

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-312732

(43)Date of publication of application : 21.12.1988

(51)Int.Cl.

H04B 9/00

(21)Application number : 62-149971

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.06.1987

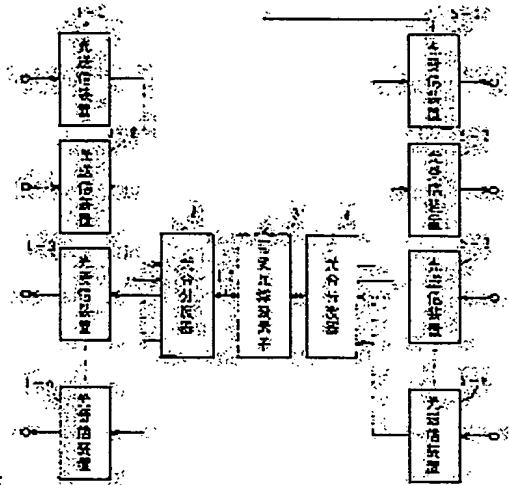
(72)Inventor : SUZUKI MASAHIRO

(54) BIDIRECTIONAL WAVELENGTH MULTIPLEX OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To minimize the changing width of an optical receiving level in an another light receiver by controlling the attenuating quantity of a variable optical attenuating element inserted to an optical wavelength multiplex transmission path before an optical demultiplexing based on the size of the light receiving level of one light receiver.

CONSTITUTION: From an optical transmitter 1-1, an optical signal is wavelength- multiplexed with a multiplexer/demultiplexer 2 and sent to an optical fiber transmission path 10. In a receiving side, the optical signal is passed through a variable optical attenuating element 3, wavelength-separated by a multiplexer/ demultiplexer 4 and inputted to a light receiver 5-1. The receiver 5-1 has a light receiving level detecting means, controls optical attenuating quantity based on the size of the light receiving level and keeps the light receiving level to the receiver 5-1 constant. Then, even to an optical signal to a light receiving device 5-2 and an optical signal from optical transmitters 5-3 ~ 5-n, a level limit is loaded and the light receiving level to light receivers 1-3 ~ 1-n is kept almost constant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-312732

⑬ Int.Cl.⁴

H 04 B 9/00

識別記号

庁内整理番号

G-8523-5K

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 双方向波長多重光伝送方式

⑯ 特 願 昭62-149971

⑰ 出 願 昭62(1987)6月15日

⑱ 発 明 者 鈴木 正 博 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

明 細 書

1. 発明の名称

双方向波長多重光伝送方式

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の異なる波長の光送信装置およびまたは光受信装置、およびこの装置が接続された光合分波器を有する第一の局と、

この局に光伝送路を介して接続され、複数の異なる波長の光送信装置およびまたは光受信装置、およびこの装置が接続された光合分波器を有する第二の局と

を備えた双方向波長多重光伝送方式において、光受信装置を有する局のいずれか一方の局のひとつの波長の光受信装置は、光受信レベルを検出する検出手段を含み、

この光受信装置を有する局の光合分波器と上記光伝送路との間の経路に挿入され、上記検出手段の検出結果に基づき到来する光信号を減衰させる

量を制御する可変光減衰手段を備えた

ことを特徴とする双方向波長多重光伝送方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光波長多重伝送系の光受信レベルの自動制御手段に関する。

〔概要〕

本発明は、双方向波長多重光伝送系の光受信レベルの制御手段において、

光波長多重された光信号のひとつの光信号の減衰量を制御することにより、

他の光受信装置での光受信レベルの変化幅を小さくすることができるようにしたものである。

〔従来の技術〕

従来、この種の光波長多重伝送系では、受信側で波長分離された後の各光受信装置にAGC回路を装備して、光伝送路の伝送損失の変動を吸収して出力レベルを一定に保っている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

このような従来の光波長多重伝送系のAGC回路は各波長の光源の光出力レベルの変動を吸収するには不可欠であるが、波長多重されて同一の光ファイバ伝送路を伝送されるときに生ずる伝送路損失の初期的な大小や経時的な変動を吸収するには波長多重数に応じたAGC回路を必要とし無駄が多い欠点がある。

本発明は、このような欠点を除去するもので、波長多重数にかかわりのない個数のAGC手段を有する双方向波長多重光伝送方式を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、複数の異なる波長の光送信装置およびまたは光受信装置、およびこの装置が接続された光合分波器を有する第一の局と、この局に光伝送路を介して接続され、複数の異なる波長の光送信装置およびまたは光受信装置、およびこの装置が接続された光合分波器を有する第二の局とを備えた双方向波長多重光伝送方式において、光受信

装置を有する局のいずれか一方の局のひとつの波長の光受信装置は、光受信レベルを検出する検出手段を含み、この光受信装置を有する局の光合分波器と上記光伝送路との間の経路に挿入され、上記検出手段の検出結果に基づき到来する光信号を減衰させる量を制御する可変光減衰手段を備えたことを特徴とする。

〔作用〕

受信側の光波長分離する光分波器の前に挿入された可変光減衰素子でひとつの光受信装置に装備した光受信レベル検出回路の出力に基づき光減衰量を制御する。これにより、双方向光伝送系の逆方向の光送信装置の光出力レベルに減衰を与え、受信側での他の光受信装置への光入力レベルを一定に保つ。一つの波長で監視制御すれば、他の波長についても同様に変化しているものとしても大きい誤差は生じない。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

この実施例は、図に示すように、複数の異なる波長の光送信装置1-1、1-2 および光受信装置1-3 ~1-n、およびこの装置が接続された光合分波器2を有する第一の局と、この局に光伝送路10を介して接続され、複数の異なる波長の光送信装置5-3 ~5-n および光受信装置5-1、5-2、およびこの装置が接続された光合分波器4を有する第二の局とを備え、さらに、光受信装置を有する第二の局のひとつの波長の光受信装置5-1は、光受信レベルを検出する検出手段を含み、第二の局の光合分波器4と光伝送路10との間の経路に挿入され、検出手段の検出結果に基づき到来する光信号を減衰させる量を制御する可変光減衰手段である可変光減衰素子3とを備える。この検出手段および可変光減衰手段は本発明の特徴とすることである。

次に、この実施例の動作を図に基づき説明する。光送信装置1-1から光信号は光合分波器2で波長多重され、光ファイバ伝送路10に送出される。受信側では、光信号は可変光減衰素子3を経由してから光合分波器4で波長分離され、光受信装置5-1

に入力される。光受信装置5-1は光受信レベル検出手段を有し、光受信レベルの大小に基づき可変光減衰素子3での光減衰量を制御し、光受信装置5-1への光受信レベルを一定に保つ。これにより、光受信装置5-2への光信号および光送信装置5-3 ~5-nからの光信号にもレベル制限がかかり、光受信装置1-3 ~1-nへの光受信レベルもほぼ一定に保たれる。

〔発明の効果〕

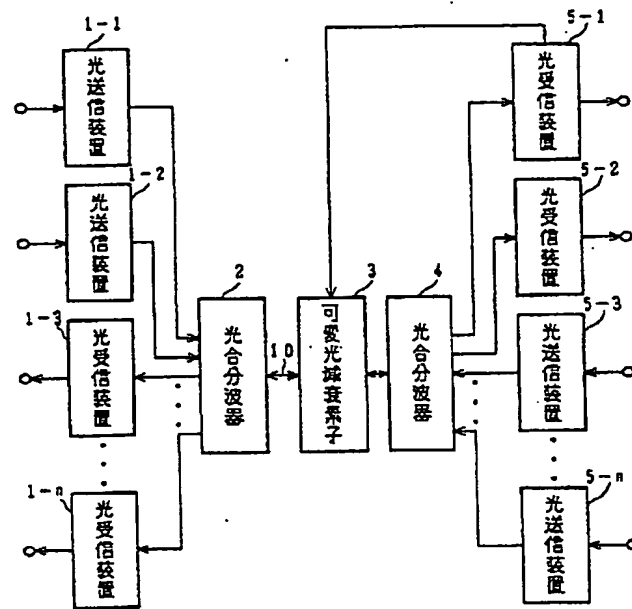
本発明は、以上説明したように、双方向光波長多重伝送系の光受信装置の内の一台の光受信装置の光受信レベルの大小に基づき光分波前の光波長多重伝送路に挿入された可変光減衰素子の減衰量を制御するので、他の光受信装置での光受信装置での光受信レベルの変化幅を小さくすることができ、AGC回路を省略したり、またはAGC回路のダイナミックレンジを狭くすることができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

図は本発明実施例の構成を示すブロック構成図。

1-1、1-2、5-3、…… 5-n …… 光送信装置、1-3、
……、1-n、5-1、5-2 …… 光受信装置、2、4 …… 光
合分波器、3 …… 可変光減衰素子、10 …… 光伝送路。

特許出願人 日本電気株式会社
代理人 弁理士 井出直孝



実施例の構成図

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-127121

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H04B 10/24

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 09-287485

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 20.10.1997

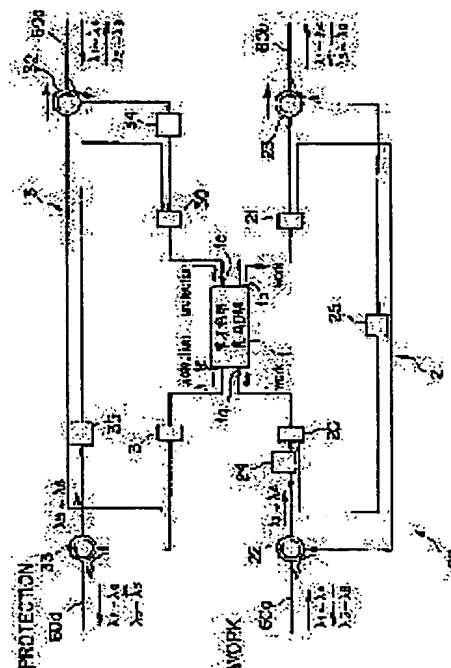
(72)Inventor : KAI TAKETAKA
CHIKAMA TERUMI

(54) TWO-WAY OPTICAL COMMUNICATION USE OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain 2-way wavelength multiplex optical communication using an existing optical transmitter for a single direction optical communication by converting a transmission path (flow) of an optical signal sent in two-ways into one direction with respect to the two-way optical communication optical transmitter that sends an optical signal with different wavelengths into two-way so as to conduct 2-way optical communication.

SOLUTION: This transmitter is provided with a single direction optical signal processing section 1 that applies prescribed optical signal processing to an optical signal sent in a single direction and with a single direction/two-way conversion processing section 2 that converts a flow of each optical signal in incoming and outgoing directions into a signal direction and gives the resulting signal to the unidirectional optical signal processing section 1 and converts the flow of the optical signal from the unidirectional optical signal processing section 1 into two-way into incoming and outgoing directions.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(6) 特開平11-127121

8

ーナブルフィルタと、

挿入すべき波長の光信号を発生する光源とをそなえて構成されていることを特徴とする、請求項36記載の双方向光通信用光伝送装置。

【請求項39】 波第1光信号処理部および波第2光信号処理部が、

各波長の光信号の信号レベルを一定に保つ光信号レベル調整部をそなえたことを特徴とする、請求項28記載の双方向光通信用光伝送装置。

10 【請求項40】 波光信号レベル調整部が、波長単位で波光信号の減衰度を調整する複数の光アッテネータとして構成されていることを特徴とする、請求項39記載の双方向光通信用光伝送装置。

【請求項41】 波第1光信号処理部および波第2光信号処理部が、入力光信号を増幅する光増幅器をそなえたことを特徴とする、請求項28記載の双方向光通信用光伝送装置。

【請求項42】 波第1光信号処理部および波第2光信号処理部が、

20 上記非常時に波第1折り返し光スイッチおよび波第2折り返し光スイッチで、それぞれ、該非常時双方向通信用光伝送路へ折り返された各波長の光信号の信号レベルを一定に保つ非常時光信号レベル調整部をそなえたことを特徴とする、請求項28記載の双方向光通信用光伝送装置。

【請求項43】 該非常時光信号レベル調整部が、波長単位で該光信号のゲインを調整するゲインイコライザとして構成されていることを特徴とする、請求項42記載の双方向光通信用光伝送装置。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

(目次)

発明の属する技術分野

従来の技術 (図19～図24)

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

発明の実施の形態

(a) 第1実施形態の説明 (図1～図8)

(b) 第1実施形態の第1変形例の説明 (図9)

(c) 第1実施形態の第2変形例の説明 (図10～図13)

(d) 第2実施形態の説明 (図14～図18)

(e) その他

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明は、異なる波長の光信号を双方向に伝送して双方向光通信を行なう双方向光通信用光伝送装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 近年、マルチメディアネットワークを構

(6) 特開平11-127121

10

が、上述の波長多重通信システム50においては、2本の光ファイバ81A、81Bのうち、例えば、図20に示すように、1本の光ファイバ81Aにおいて双方向が生じ、通信が断 (以下、通信断ということがある) になった場合、上り方向の光信号の通信が途絶えてしまったため、光伝送装置501、502間では正常な通信が行なえない。

10 【0009】 そのため、この双方向波長多重方式が適用される波長多重通信システム50では、通常時の光ファイバを設けた41ber BLSR (bi-directional Line Switched Ring) ネットワークや、環状の通信に使用する光ファイバの伝送容量を削減して残りの伝送容量を非常時として使用するようにしたUDFSR (Unidirectional Path Switched Ring) ネットワークなどにより、上述のような通信不能を回避することができるようにしている。

10 【0010】 ここで、例えば、図21に示すように、上述の41ber BLSRネットワーク62は、光伝送装置 (光ADM装置) 501～505と、この光ADM装置501～505間を接続する双方向用の光ファイバ81A、81A'、81B、81B' とを有して構成される。具体的には、この41ber BLSRネットワーク62は、通常時には、現用 (W: work) の光ファイバ81Aを使用して上り方向 (図21では、右回り) の光信号を伝送する一方、光ファイバ81Bを使用して下り方向 (図21では、左回り) の光信号を伝送するように、非時時になっている。そして、障害が発生したときには、非常時を用 (P: Protection) の光ファイバ81A' を使用して上り方向の光信号を伝送する一方、光ファイバ81B' を使用して下り方向の光信号を伝送するようになっている。

30 【0011】 例えば、光ADM装置501と光ADM装置502の間において、障害が発生すると、上り方向の光信号は、光ADM装置501において折り返されて、非常時の光ファイバ81A' を通じて伝送されるようになっていく。即ち、光ADM装置502への上り方向の光信号は、光ADM装置501で折り返されて、光ADM装置505、504、503を介して光ADM装置502に伝送される。

40 【0012】 一方、このとき、光ADM装置501～への下り方向の光信号は、光ADM装置502において折り返されて、非常時の光ファイバ81B' を使用して光ADM装置503、504、505を介して光ADM装置501に伝送されるのである。このように、図21に示す41ber BLSRネットワーク62では、通常時、光通信を行なっている光ファイバ81A、81Bにおいてある箇所の通信が断になった場合においても、全体のスループットを下げることなく、光通信を行なうことができるようになっている。

50 【0013】 一方、例えば、図22に示すように、上述

(7)

特開平11-127121

11

のUPSRネットワーク53は、光ADM装置506～510と、上り方向、下り方向にそれぞれ1本ずつ割り当てられた光ファイバ81A、81Bとを有して構成され、上述の図21に示す4fiberBLSRネットワーク52が4本の光ファイバ81A、81A'、81B、81B'でネットワークを構築しているのに対し、このUPSRネットワーク53は、2本の光ファイバ81A、81Bでネットワークを構築することができ、10014) 具体的に、このUPSRネットワーク53は、通常時には、伝送システム(光ADM装置506～510、光ファイバ81A、81B)の全伝送容量の半分の容量で通信を行っている。例えば、伝送システムの全伝送容量が10Gb/sである場合には、上り方向および下り方向の伝送容量を、それぞれ、5Gb/sずつ用いて通信を行うことになる。

10015) そして、非常時には、通常時に使用していない残りの半分の伝送容量を使用して、システム全体の伝送容量を最大限利用し、通信不能になることを防ぐようになっている。但し、この場合、上述の残りの半分の伝送容量は、障害の発生した箇所との通信に専ら使わせてしまうため、スラフットは落ちるでしょう、ところで、上述の図21、図22に示すネットワーク52、53を構成する複数の光ADM装置501～510では、入力される下り方向の光信号に対して所定の光伝送処理(光ADM処理)を施すようになっている。

10016) 即ち、各光ADM装置501～510では、それぞれ、自身の装置に必要な波長の光信号の分岐処理(Drop)やその分岐した波長の光信号の挿入処理(Add)を施すようになっている。また、上述のAdd/Drop処理を行なう手段としては、AOTF(音響光チューナブルフィルタ: Acousto-Optical Tunable Filter)を用いたものがある。具体的に、このAOTFは、入力するRF信号の周波数を制御することにより、この周波数に対応した波長の分岐・挿入処理を施すもので、分岐したい光信号の波長に対応するRF周波数をAOTFに入力することによって、任意の波長を分岐することができるようになっている。

10017) ところで、上述のWDM伝送方式を適用する光波長ネットワークには、上述のように、伝送される光信号の上り方向と下り方向とをそれぞれ別々の光ファイバを用いて通信する単方向多重方式のほかは、1本の光ファイバに上り方向と下り方向との双方向を伝送させて通信する双方向波長多重方式がある。ここで、双方向波長多重方式を適用した波長多重通信システム(ネットワーク)は、例えば、図23に示すように、対向する光伝送装置511、512間の光ファイバ81C、81Dにおいて、それぞれ、波長 λ_1 、 λ_2 の上り方向の光信号と波長 λ_2 、 λ_1 の下り方向の光信号とが伝送されるようになっている。

10018) 具体的に、図23に示す波長多重通信シス

(7)

特開平11-127121

12

テム51では、例えば、光ファイバ81Cにおける上り方向の光信号(λ_1 、 λ_2)は、光伝送装置511の光送信部(OS)80Cから出力されると、WDM光カプラー83を介して光ファイバ81Cによって伝送され、対向する光伝送装置512のWDM光カプラー84を介して光受信部(OR)82Cにおいて受信されるようになっている。

10019) また、下り方向の光信号(λ_2 、 λ_1)は、光伝送装置512の光送信部80Dから出力されると、WDM光カプラー84を介して光ファイバ81Cによって伝送され、光伝送装置511のWDM光カプラー83を介して光受信部82Dにおいて受信されるようになっている。さらに、光ファイバ81Dにおける上り方向の光信号(λ_1 、 λ_2)は、光伝送装置512の光送信部80Fから出力されると、WDM光カプラー86を介して光ファイバ81Dによって伝送され、光伝送装置511のWDM光カプラー86を介して光受信部82Fにおいて受信されるようになっている。

10020) また、下り方向の光信号(λ_2 、 λ_1)は、光伝送装置511の光送信部80Eから出力されると、WDM光カプラー85を介して光ファイバ81Dによって伝送され、対向する光伝送装置512のWDM光カプラー86を介して光受信部82Dにおいて受信されるようになっている。このように、図23に示す波長多重通信システム51では、双方向の光信号を同一の光ファイバ81C、81Dを用いて伝送することができるようになっているのである。

10021) 従って、例えば、図24に示すように、2本の光ファイバ81C、81Dのうち、1本の光ファイバ81Cに障害が発生し、通信が断たれた場合には、もう一方の光ファイバ81Dが正常に機能したため、通信が途絶えることなく継続する。但し、この場合、光信号の通信容量は通常時の1/2となる。このように、双方向に通信可能な双方向波長多重方式を適用した波長多重通信システム51では、障害が発生した場合においても、通信を継続することができるので、単方向波長多重方式を適用した波長多重通信システム50のようには、非常時に非常時の光ファイバ81A'、81B'に切り替えた上、伝送容量を制御することなく通信を行なうことができるのである。

10022) 説明が簡潔しようとする課題) しかしながら、上述の単方向光ADM装置501～505を双方向用の波長伝送システム51に適用することを考えた場合、単方向用光ADM装置501～505では、上り方向および下り方向のいずれか一方の方向に伝送される光信号についてのみ、各波長の光信号の分岐・挿入処理や非常時の折返し処理等の光信号処理を行なえないという課題がある。

13

10023) つまり、単方向用光ADM装置501～505は、単方向に伝送される光信号に対してのみ所定の光ADM処理(即ち、分岐・挿入処理や、この分岐・挿入処理とともに施される分岐補償処理、増幅処理など)を施す構成となっているため、この単方向用光ADM装置501～505に双方向用の光ファイバ81C、81Dを用いた場合、双方向に伝送される光信号のうちの一方向(順方向)に伝送される光信号に対しては上述の各処理が可能であっても、逆方向に伝送される光信号に対しては全ての処理が逆になり、上述の各処理は不可能になるのである。

10024) さらに、上述のAOTFを用いて単方向用光ADM装置501～505を構成した場合において、AOTFでは、分岐・挿入処理を施すポートがそれぞれ決まっているため、逆方向から伝送されてきた光信号に対して、分岐・挿入処理を施すことができない。本発明は、このような課題に鑑み、前述されたもので、双方向に伝送される光信号の伝送経路(流れ)を、一方向に単一化することにより、既存の単方向光通信用の光伝送装置を用いて、双方向の波長多重通信を行なえるようにした双方向光通信用光伝送装置を提供することを目的とする。

10025) 問題を解決するための手段) このため、請求項1記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、上り方向と下り方向とで異なる波長の光信号を伝送することにより双方向の光通信を行なう双方向通信用光伝送路に介装され、双方向通信用光伝送路を伝送する光信号に対して所定の光伝送処理を施す双方向光通信用光伝送装置であって、単方向に伝送される光信号に対して所定の光信号処理を施す単方向光通信処理部と、上り方向、下り方向の各光信号の流れを単一方向化して単方向光通信処理部へ入力する一方、単方向光通信処理部からの光信号の流れを上り方向と下り方向とに双方向化する単方向/双方向変換処理部とをそなえたことを特徴としている。

10026) また、請求項2記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項1記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置において、上記単方向用光通信処理部が、少なくとも1つの入力ポートと1つの出力ポートとをそなえて構成されるとともに、単方向/双方向変換処理部が、一方の双方向通信用光伝送路を通じて入力される上り方向の光信号と他方の双方向通信用光伝送路を通じて入力される下り方向の光信号とを単方向用光通信処理部の入力ポートへ入力する一方、単方向用光通信処理部の出力ポートから出力される光信号のうちの上り方向の光信号を上記他方の双方向通信用光伝送路へ出力するとともに下り方向の光信号を上記一方の双方向通信用光伝送路へ出力するように構成されている。

10027) さらに、請求項3記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項2記載の本発明の双方向光

(8)

特開平11-127121

14

で、上記単方向/双方向変換処理部が、上り方向の光信号と下り方向の光信号とを合波して単方向用光通信処理部の入力ポートへ出力する光合波部と、単方向用光通信処理部の出力ポートからの光信号を処理部の光信号を上り方向の光信号と下り方向の光信号に分岐する光分岐部と、上記一方の双方向通信用光伝送路からの上り方向の光信号を光合波部へ分岐する一方、光分岐部で分岐された下り方向の光信号を光合波部へ分岐する一方、光分岐部で分岐された上り方向の光信号を上記他方の双方向通信用光伝送路へ分岐する光信号分岐部とをそなえて構成されている。

10028) また、請求項4記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項3記載の装置において、光合波部および光分岐部が、それぞれ、波長多重/分岐型光カプラーとして構成されていることを特徴としている。

10029) さらに、請求項5記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項3又は4に記載の光伝送装置において、上記第1光信号分岐部および上記第2光信号分岐部が、それぞれ、光キーキュレータとして構成されていることを特徴としている。また、請求項6記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項3又は4に記載の光伝送装置において、上記第1光信号分岐部および上記第2光信号分岐部が、それぞれ、波長多重/分岐型光カプラーとして構成されていることを特徴としている。

10030) さらに、請求項7記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項5記載の本発明の光伝送装置において、上記単方向/双方向変換処理部が、一方の双方向通信用光伝送路に接続される第1入出力ポートと、上記他方の双方向通信用光伝送路に接続される第2入出力ポートと、単方向用光通信処理部の入力ポートに接続される第3入出力ポートと、単方向用光通信処理部の出力ポートに接続される第4入出力ポートとを有する波長多重/分岐型光カプラーとして構成されるとともに、波長多重/分岐型光カプラーが、第1入出力ポートに入力される上り方向の光信号と第2入出力ポートに入力される下り方向の光信号とを光波長多重して第3入出力ポートへ出力する一方、第4入出力ポートに入力される光信号を第2入出力ポートへ出力するとともに下り方向の光信号を第1入出力ポートへ出力するとともに下り方向の光信号を第1入出力ポートへ出力するようになっていることを特徴としている。

10031) また、請求項8記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項1～7のいずれかに記載の光伝送装置において、単方向用光通信処理部が、単方向/双方向変換処理部において単一方向化された上り方向、下り方向の各光信号についての分岐を一括して補償する一括分岐補償部をそなえたことを特徴としている。さら

(11)

特開平11-127121

19
 特部と、上記非常時に他の光伝送装置で折り返され一方の非常時双方向通信用光伝送装置を通じて入力される一方、上記方向の光信号を第1光信号処理部からの上り方向の光信号を上記非常時に第1光信号処理部からの上り方向の光信号を上記一方の非常時双方向通信用光伝送装置へ分岐する第4分岐部とをそなえたことを特徴としている。

10047] また、請求項31記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項28～30のいずれかに記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部が、上記一方の双方向通信用光伝送装置を通じて入力される上り方向の光信号についての分岐を補償する第3分岐補償器をそなえるとともに、上記第2光信号処理部が、上記他方の双方向通信用光伝送装置を通じて入力される下り方向の光信号についての分岐を補償する第4分岐補償器をそなえたことを特徴としている。

10048] さらに、請求項32記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項30記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部が、上記非常時に他の光伝送装置で折り返され上記他方の非常時双方向通信用光伝送装置を通じて入力される上り方向の光信号についての分岐を補償する第5分岐補償器をそなえるとともに、上記第2光信号処理部が、上記非常時に他の光伝送装置で折り返され上記一方の非常時双方向通信用光伝送装置を通じて入力される下り方向の光信号についての分岐を補償する第6分岐補償器をそなえたことを特徴としている。

10049] また、請求項33記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項30記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部が、上記一方の双方向通信用光伝送装置を通じて入力される上り方向の光信号についての分岐を補償する第7分岐補償器と、上記非常時に他の光伝送装置で折り返され上記他方の非常時双方向通信用光伝送装置を通じて入力される上り方向の光信号についても、上記第2光信号処理部が、上記他方の双方向通信用光伝送装置を通じて入力される下り方向の光信号についての分岐を補償する第4分岐補償器と、上記非常時に他の光伝送装置で折り返され上記一方の非常時双方向通信用光伝送装置を通じて入力される下り方向の光信号についての分岐を補償する第6分岐補償器をそなえたことを特徴としている。

10050] さらに、請求項34記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項28～30のいずれかに記載の光伝送装置において、通常時に第1光信号処理部で処理された上り方向の光信号、通常時に第2光信号処理部で処理された下り方向の光信号、上記非常時に第1光信号処理部で処理された上り方向の光信号および上記非常時に第2光信号処理部で処理された下り方向の光信号の各々ベクトル状態を監視するスベクトル監視部をそなえたことを特徴としている。

10051] また、請求項35記載の本発明の双方向光

(11)

20

特開平11-127121

通信用光伝送装置は、請求項34記載の光伝送装置において、上記スベクトル監視部が、上記通常時における各光信号のスベクトル状態と上記非常時における各光信号のスベクトル状態とを所定の周期で交互に監視するように構成されていることを特徴としている。さらに、請求項36記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置において、請求項28～35のいずれかに記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部および上記第2光信号処理部が、入力光信号に対して波長単位での光信号の分岐・挿入処理を施すアプ・ドロップ処理部をそなえていることを特徴としている。

10052] また、請求項37記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項36記載の光伝送装置において、上記アプ・ドロップ処理部が、入力光信号を波長毎に分岐する光分岐器と、この光分岐器で分岐された各波長の光信号を各波長毎に分岐しうる複数の分岐用光スリットと、この分岐用光スリットで分岐された光信号の波長と同じ波長の光信号を挿入しうる複数の挿入用光スリットと、この挿入用光スリットを通じて入力される各波長の光信号を合波する光合波器とをそなえて構成されていることを特徴としている。

10053] さらに、請求項38記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項36記載の光伝送装置において、上記アプ・ドロップ処理部が、分岐すべき光信号の波長に相当する周波数値を算出することにより所望の波長の光信号を分岐する音響光シフトモジュレータと、挿入すべき波長の光信号を発生する光源とをそなえて構成されていることを特徴としている。

10054] また、請求項39記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項28記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部および上記第2光信号処理部が、各波長の光信号の信号レベルを一定に保つ光信号レベル調整部をそなえたことを特徴としている。さらに、請求項40記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項39記載の光伝送装置において、上記光信号レベル調整部が、波長単位で光信号の減衰度を調整する複数の光アツチネータとして構成されていることを特徴としている。

10055] また、請求項41記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項28記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部および上記第2光信号処理部が、入力光信号を増幅する光増幅器をそなえたことを特徴としている。さらに、請求項42記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項28記載の光伝送装置において、上記第1光信号処理部および上記第2光信号処理部が、上記非常時に第1光信号処理部および上記第2光信号処理部で折り返され上記上り方向の光信号および上記第2光信号処理部で折り返され上記下り方向の光信号の信号レベルを一定に保つ非常時光信号レベル調整部をそなえたことを特徴としている。

(12)

特開平11-127121

10056] また、請求項43記載の本発明の双方向光通信用光伝送装置は、請求項42記載の光伝送装置において、上記非常時光信号レベル調整部が、波長単位で光信号のゲインを調整するゲインアライナとして構成されていることを特徴としている。

10057]

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(a) 第1実施形態の説明
 図1は本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置の構成を示すブロック図で、図1に示す双方向光通信用光伝送装置60は、上り方向と下り方向とで異なる波長の光信号を伝送することにより双方向の光通信を行なう光ファイバ（双方向通信用光伝送路）60a、60bに介装され、これらの光ファイバ60a、60bを伝送される光信号に対して所定の光伝送処理を施すもので、光ADM装置1、第1方向変換処理部2をそなえて構成されている。

10058] ここで、光ADM装置（単方向用光信号処理部）1は、単方向に伝送される光信号に対して所定の光信号処理を施すもので、図1においては、通常時の光信号を入力する通常時入力ポート1cの2つの入力ポートをそなえるとともに、通常時の光信号を出力する通常時出力ポート1bと非常時の光信号を出力する非常時出力ポート1dの2つの出力ポートをそなえて構成されている。なお、この光ADM装置1の詳細については後述する。

10059] また、第1方向変換処理部（単方向/双方向変換処理部）2は、通常時に伝送される光信号に所定の方向変換処理を施すもので、具体的に、第1光信号（上り方向に伝送される光信号）と第2光信号（下り方向に伝送される光信号）の各光信号の流れを単一方向化して光ADM装置1へ入力する一方、この光ADM装置1からの光信号の流れを第1光信号と第2光信号とに双方向化するものである。

10060] なお、本実施形態では、上り方向に伝送される光信号（第1光信号）の波長を $\lambda_1 \sim \lambda_2$ とし、下り方向に伝送される光信号（第2光信号）の波長を $\lambda_3 \sim \lambda_4$ とし、計4波長の光信号を用いて光通信を行なうものとする。即ち、光ファイバ60aを通じて入力される第1光信号（ $\lambda_1 \sim \lambda_2$ ）と光ファイバ60bを通じて入力される第2光信号（ $\lambda_3 \sim \lambda_4$ ）とを光ADM装置1の通常用入力ポート1aへ入力する一方、光ADM装置1の通常用出力ポート1bから出力される光信号のうち、第1光信号を光ファイバ60aへ出力するようになつており、第2光信号を光ファイバ60aへ出力するようになつており。

10061] そのため、この第1方向変換処理部2は、例えば、光コプラ20、21、光サークキュレータ22、

23、分岐補償器24、25をそなえて構成されている。ここで、光コプラ（混合波路：1×2 WDM光コプラ）20は、第1光信号と第2光信号とを合波して光ADM装置1の通常用入力ポート1aへ出力するものであり、光コプラ（光分波路：1×2 WDM光コプラ）21は、光ADM装置1の通常用出力ポート1bからの光信号処理後の光信号を第1光信号と第2光信号に分岐するものである。なお、これらの光コプラ20、21は、それぞれ、波長多重/分離型光コプラとして構成されている。

10062] つまり、この光コプラ20によつて第1光信号と第2光信号とを合波しているため、光ADM装置1に設けられた1つの入力ポート（通常用光入力ポート1a参照）で双方向の光信号を入力することができるのである。また、光コプラ21によつて第1光信号と第2光信号とを分岐しているため、光ADM装置1の出力側に出力ポート（通常用光出力ポート1b参照）を1つ設けるだけで双方向の光信号を出力することができるのである。

10063] また、光サークキュレータ（第1光信号分岐器）22は、光ファイバ60aからの第1光信号を後述する分岐補償器24を介して光コプラ20へ分岐する一方、光コプラ21で分岐された第2光信号を光ファイバ60aへ分岐するものであり、光サークキュレータ（第2光信号分岐器）23は、光ファイバ60bからの第2光信号を後述する分岐補償器25を介して光コプラ20へ分岐する一方、光コプラ21で分岐された第2光信号を光ファイバ60bへ分岐するものである。

10064] さらに、上述の分岐補償器（第1分岐補償器）24は、第1光信号と第2光信号とを単一方向化する前に第1光信号についての分岐を補償するものであり、分岐補償器25は、第1光信号と第2光信号とを単一方向化する前に第2光信号についての分岐を補償するものである。即ち、これらの分岐補償器24、25は、第1光信号についての分岐と第2光信号についての分岐とを個別に補償する個別分岐補償器として構成されている。

10065] なお、上述の分岐補償器24、25には分岐補償ファイバ（DCF）を用いてもよく、ファイバブラッググレーティングを用いてもよい。また、上述の分岐補償器24、25は、光ファイバ60a、60bがシングルモードファイバ（SMF）である場合に、伝送する光信号がその伝送路（SMF）の分散の影響を受けるため、改けられる。

10066] 従つて、光ファイバ60a、60bが分散シフトファイバ（DSF）として構成されれば、これらの分岐補償器24、25は挿入しなくてもよい。また、光信号の伝送速度が2.5 Gb/s以下である場合には、分岐を補償することなく長距離伝送ができるので、この場合も、分岐補償器24、25を挿入しな

三

【0067】このように、第1方向変換処理部2では、光ファイバ60aを通じて入力されてくる第1光信号とを、光ファイバ60bを通じて入力されてくる第2光信号とを単一方向化して光ADN装置1へ入力することができる。とともに、光ADN装置1からの出力を第1信号と第2信号とに双方化するすることができるようにになっている。

【0068】即ち、双方光通信用光伝送装置60では、双方用の光信号を単方向にのみまよ使用することができるとして、既存の光ADM装置1を符号化して第2方向変換処理部3で、図1に示す符号化処理部（非常時方向用単方向/双方方向変換処理部）3は、光ファイバ60a、60bにより必要方向通信不可能になった非常時に光ファイバ60a、60bに代わって双方通信を行なうためのProtection用の光ファイバ（非常時双方方向通信用光伝送路）60c、60dが設けられ、非常時にProtection用の光ファイバ60c、60dを通じて伝送されてくる光信号号に双方の方向の信号を挿入するようにになっている。

【0069】具体的に、この第2方向変換処理部31は、非常時に光ファイバ60cを通じて入力される第1光位置番号(λ、～λ)の波長と非常時に光ファイバ60aおよび60bの波長(λ、～λ)の波長とを比較し、通過して入力される第2光番号(λ、～λ)の波長とを比較し、一方、光ADM装置1へ入力する一方、光ADM装置1から方向化した光ADM装置1へ入力する一方、光ADM装置1からの光番号の波長を第1番号と第2番号とを比較して、より方向化するものである。

【0070】即ち、非常時に光ファイバ60cを通じて入力される第1光信号と光ファイバ60dを通じて入力される第2光信号とを光ADM装置1の非常時出力ポート1cへ出力する一方、光ADM装置1の非常時出力ポート1dから出力される光ファイバ60eへ出力する。光ファイバ60cへ出力するようになっている。

【0071】そのため、この第2方向変換処理部3は、例えば、光カプサ30、31、光ウェーケル32、33、分岐抽気器34、35をそれぞれ構成されている。ここで、光カプサ30は、非時時光光波管30aを通じ、光ファイバ60cを通じて入力される第1光信号とと光ファイバ60dを通じて入力される第2光信号ととを合流して光AD変換1の非常時入力ポート1cへ出力するものである。光カプサ31は、光AD変換1の非常時出力ポート1dからの信号を第1半導体12第2半導体に供給するのである。

る。なお、これらの光カプラ30、31も、それぞれ、波長多量/分型型光カプラとして構成されている。

【0072】また、光サーキュレータ（非特許文献1（特許分帳部）32は、光ファイバ60cからの第1光信号を逆送する分岐光散乱部34を介して光カプラ30へ接続する一方、光カプラ31で分岐された第2光信号を光ファイバ60cへ分岐するものである。光サーキュレータ

指示などの伝送光信号号に関する情報に基づいて、後述するリアADM部105での光信号号の分岐・挿入や光スィッチ101、108の切り替え（折り返し）などの処理が制御されるようになっている。

【0078】また、光増幅器104は、上述の第1方向に交換光信号を第1方向化して入力される光信号（第1交換光信号 λ_1 、～ λ_n ）、第2光信号 λ_{n+1} 、～ λ_m ）を増幅するもので、ここでは、光が波長102を介して伝送される光信号を増幅するようにになっている。さらには、リニアADMM部（アド・ドロップ処理部）106においては、第1方向交換処理部2で単一方向化された第1光信号と、第2光信号に対して波長単位での光信号の分岐処理や挿入処理（アド・ドロップ処理）を施すもので、光波長45、分岐用光スイッチ46-1～46-n、挿入用光スイッチ47-1～47-n、光フックレター48-1～48-n、光合波器49をそなえて構成されている。

【0079】ここで、光分波器45は、入力光信号を被測真価に分散するもので、例えば、 n 波長（ n は自然数）に分岐される場合にも、例えば、 n 波長（ n は自然数）の出力のうえにあって、分散された各波長の光信号がそれぞれ出力されるようになっていいる。また、分岐用光スイッチ（ 1×2 光スイッチ）46-1～46- n は、光分波器45における出力ポート5に対応して設けられており、それぞれ、光分波器45で分散された各波長の光信号を各被測長組に分岐（分散）させるものである。

【0080】さらに、挿入用光スイッチ（2×1光スイッチ）47-1～47-nは、それぞれ、分岐用光スイッチに被波の光信号を挿入（Add：合波）しうるものである。被波の光信号を挿入（Add：合波）しうるものとして、被波の光信号レベルを一定に保つ光信号レベル調整部として構成するようにになっている。即ち、この光スイッチ48-1～48-nは、分岐・挿入処理を施した後の光信号において、被波毎にパワーのパラツキがあまりない場合にはそのパラツキを無くすることができようになっているのである。

[illegible]

【0082】また、監視信号送信部(SVOS)107は、光ファイバ60a、60bを伝送する光信号の状態を検査情報(SV信号)を生成するもので、本光ADMを透過している光信号の波長(λ₁、λ₂)と基準波長との差(Δλ)を算出する。

重畳するようにになっている。さらに、光カプラー (2×1) 光カプラー 106は、リーニアADM部105からの光信号を、母にこのSVOS107からのSV信号を重畳するものである。光スイッチ (半導体開閉器) 返し光スイッチ; 2×2×2スイッチ 108は、上述の光スイッチ101と同様に、障害が発生したとき、非常用伝送路である光線に、障害が発生したときに、非常用の伝送路である光線にスルーするようにになっている。

【0083】また、光増幅器109は、光スイッチ1010を介して伝送された光信号を増幅するものであり、光ケーブル(1×2光ケーブル)110は、光増幅器109に介して増幅された光信号を一部分岐するものである。さらに、光スベクトルモニタ(スペクトル監視器)111は、第1方向変換処理部2で単一方向化され、リニアADM部105によってアド・ドロップ処理された光信号DM105(光信号)のスペクトル状態を監視する。この監視中に該光信号の光信号のバリエーションのバリエーションが正常である場合、リニアADM部105の光アッテネータ48-1〜48-nが調整されて、スペクトルが正常に修正されるようになっている。

【0084】一方、非特許公開の光ファイバ60c、60d上には、例えば、光スイッチ108、光カプラ112、監視信号受信部(SVOR)113、光カプラ111、4、監視信号送信部(SVOS)115、光スイッチ116、17、光増幅器116、光カプラ117、光スペクトルモニタ118、ゲインコイライザ119が設けられている。なお、既述の符号と同一の符号を付したものはそれぞれ同一の構成要素を示すものであり、詳細な説明は省略した。それ前述したものと同様のものであるため、それ前述したものと同様のものであるため、詳細な説明は省略した。

【0086】ここで、光カプラ1112は、光スイッチ108を介して伝送される光信号を一部分岐させるものであり、監視信号受渡器（SVOR）113は、光カプラ112において分岐された一部の光信号を受信し、SVOR113から出力される光信号を受信して、光信号に光増幅器を設け、光増幅器を設けた光信号を増幅して、光増幅器の出力を光カプラ1112に再入力して、光カプラ1112を介して伝送される光信号を一部分岐させるものである。このように、光カプラ1112は、光信号を増幅して、光信号を増幅した光信号を増幅器の出力を光カプラ1112に再入力して、光カプラ1112を介して伝送される光信号を一部分岐させるものである。このように、光カプラ1112は、光信号を増幅して、光信号を増幅した光信号を増幅器の出力を光カプラ1112に再入力して、光カプラ1112を介して伝送される光信号を一部分岐させるものである。

【0086】また、監視信号送信部（SVOS）115は、光ファイバ60c、60dを伝送する光信号の状態を検査する（SV信号）を生成するので、SVOS107と同様に、本光DM装置1で通信を行なっている光信号とは別の波長の光信号にその情報を重畳するようになっている。さらに、光カプラ114は、光カプラ装置115から上述のSVOS115からの光信号を重畳するものである。

【0087】また、増幅器116は、光スイッチ101を介して伝送される光信号を増幅するものであり、光ケーブル117は、増幅器116によって増幅された光信号を一部分岐するものであり、光スベクトルセンサ

41.

(スベクトル監視部) 111は、非常に、光ファイバ60c、60d上を伝送する光信号のスベクトル状態を監視するものである。

[0088] さらに、ゲインコライザ119は、波長単位で光信号のゲインを調整するもので、非常に光スベクトル101、108で折り返された各波長の光信号の信号レベルを一定に保つ非線形光信号レベル調整部として機能するものである。なお、このゲインコライザ119は、光増幅器116の中に設けられるようにしてもよく、この場合、図2に示すように、最終出力段に設けなくともよい。

[0089] また、各部101～119の処理は、図示しない制御部によって制御されている。そのため、光スベクトルモニタ111、118では、その回路構成を複雑化することなく容易に構成でき、第1光信号、第2光信号(合計8波)を同時に観測することができるのである。

[0090] なお、上述の光ADM装置1において設けられている光増幅器104、109、116は、必要に応じて台数を増えることもできる。即ち、光信号のパワーが充分ある場合は挿入しなくともよく、光信号のパワーが足りない場合は、追加するようにしてもよい。また、上述のリニアADM部105においては、図2に示すように、2つの分岐器40、合波器44の間に光スライツ(分岐スライツ41-1～41-n、挿入スライツ42-1～42-n)を配置するようにして、光信号の分岐・挿入処理を行なっているが、例えば、図3に示すように、AOTF (Acousto-Optical Tunable Filter; 音響光チューナブルフィルタ) 7を用いて光信号の分岐・挿入処理を行なうこともできる。

[0091] 具体的に、この場合のリニアADM部105は、入力するRF(ラフ周波数) 信号の周波数を制御することにより、それに対応した光の波長を分岐および挿入するようになっている。また、上述のAOTF7は、分岐すべき光信号の波長に相当する周波数信号を印加することにより所望の波長の光信号を分岐するもので、例えば、図4に示すように、ニオパトリウム(LiNbO₃) からなる基盤上に、光入力ポート70、光導波路72、くし形電極(1D1T) 73、SAWクラック部74、偏波分離部(PBS; Polarization beam splitter) 75、光出力ポート76、77をそなえて構成するもので、オーバラップしている表面弾性波と光の導波路との両者の干渉によって、一部の波長の光を取り出すことができるようになっている。

[0092] つまり、このAOTF7は、入力ポート70(1N) から光信号が入力されてくると、光導波路72を伝送し、例えば、分岐したい光信号の波長が λ_1 、 λ_2 である場合には、その波長に対応したRF周波数 f_1 、 f_2 を、RF信号発生器78から入力し、オーバラップしている表面弾性波と光導波路72とから表面弾性

波(SAW; Surface acoustic wave) を発生させて、SAWクラック部74を伝搬し、光信号の偏波を変換する。

[0093] また、この偏波変換された光信号は、PBS75によって分岐(偏波分離) され、この偏波分離された波長(λ_1 と λ_2) の光信号が選択光として光出力ポート77(Drop) から出力されるのである。さらに、選択されなかった波長の光信号は非選択光として光出力ポート76(Through) から出力されるようになっている。即ち、RF周波数を変えることによってそれに対応した波長の光信号を分岐・挿入することができるのである。

[0094] 具体的に、図3に示すリニアADM部105は、光ファイバ60a、60b上、上述したAOTF7のほか、光ファイバ9a、光増幅器4、分岐補償器5、光増幅器6、光増幅器8、光ファイバ8a、9bをそなえて構成され、さらに、上述のAOTF7から分岐された波長の光信号に所定の処理を施す処理部7Aが設けられている。即ち、このリニアADM部105では、AOTF7によって分岐された光信号をこの処理部7Aによって生成して光ファイバ60a、60bに挿入している。

[0095] そして、この処理部7Aには、光増幅器11、1×8光ファイバ12、可変バンプスファイバ13-1～13-8、電気ADM(E-ADM) 14、光信号生成部(LDBank) 15、1×8光ファイバ16、光増幅器17、分岐補償器18が設けられている。つまり、このリニアADM部105では、入力されてくる光信号を光増幅器(Preamp) 4において増幅し、分岐補償器(DCF) 5において光信号の分岐を補償したのち、さらに、光増幅器(Preamp) 6においてこの光信号を増幅する。

[0096] そして、AOTF7において分岐された光信号を光増幅器11にて増幅し、1×8光ファイバ12によってこの波長 λ_1 、 λ_2 の光信号を8等分に分岐したのち、可変バンプスファイバ13-1～13-8においてそれぞれ波長別に分離する。即ち、ここで、通過する波長を任意に設定できるようにしている。その後、この波長別に分離された光信号は、E-ADM14に受けられた受信部(RX) 140-1～140-8にて受信し、電気信号に変換したのち、送信部(TX) 141-1～141-8にて後述するLDBank15に送信する。

[0097] さらに、LDBank15において、AOTF7によって分岐された光信号に所定の光信号を用いて再変調を施す。具体的に、このLDBank15は、光源駆動回路150、光調ユニット(DU unit) 151、8×8光ファイバ152、再変調部(Re modulator) 153-1～153-8をそなえて構成されている。つまり、このLDBank15は、光源駆動回路150に

より光源ユニット151を駆動させると、光源ユニット151から挿入すべき波長 λ_1 、 λ_2 の光信号が発生し、8×8光ファイバ152において、この互いに異なる波長 λ_1 、 λ_2 の光信号を合波してから8等分する。

[0098] その後、再変調部153-1～153-8において、E-ADM14からの波長別に分離された電気信号に基いてそれぞれ再変調する。なお、この再変調処理は、電気/光変換部(E/O) 153a、変調器153b、増幅器153c、可変バンプスファイバ153dによって行なわれる。即ち、電気/光変換部(E/O) 153aにおいてE-ADM14からの電気信号を光信号に変換し、変調器153bにおいては8×8光ファイバ152からの光信号を上記光変換されたデラゲを用いて再変調したのち、増幅器153cにおいて増幅し、可変バンプスファイバ153dにおいて光ファイバ60bに挿入したい波長 λ_1 、 λ_2 の光信号を任意に選択する。

[0099] その後、この任意に選択された波長の光信号は、1×8光ファイバ16にて合波され、光増幅器(Postamp) 17によって増幅されたのち、分岐補償器18によって分岐が補償されて、光ファイバ8aを介して光ファイバ60bに挿入されるのである。そして、挿入された光信号は、光増幅器(Postamp) 8による増幅処理を施されたのち、光ファイバ60を伝送される。

[0100] また、このリニアADM部105では、光ファイバ60a、60bを伝送する光信号のスベクトル状態を監視する光スベクトルモニタ110が設けられている。なお、この光スベクトルモニタ110で監視される光信号は、光ファイバ60a、60b上の光ファイバ9a、9bにより一部分岐して得られたものである。つまり、リニアADM部105はこのAOTF7を用いた場合でも、分岐・挿入処理を有効に行なうことができるのである。

[0101] なお、光信号の分岐・挿入処理は、AOTF7のほか、例えば、導波路型回折格子(AWG; Arranged Waveguide Grating) やフレイバーグラatingレーチングを使用するようにしてもよい。以下、上述のごとく構成された本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置60の動作について、図5～図8を用いて説明する。なお、図中、太線で示す部分が光信号の流れである。

[0102] (a1) 通常の動作
まず、双方向光通信用光伝送装置60では、通常時、図5に示すように、第1光信号(λ_1 、 λ_2) が光ファイバ60aを通じて入力されてくると、この第1光信号を光サークキュレータ22によって分岐補償器24側へ分岐し、分岐補償器24によって分岐を補償して光ファイバ0へ送信する。

[0103] 一方、第2光信号(λ_a 、 λ_b) が光ファイバ60bを通じて入力されてくると、この第2光信号

を光サークキュレータ23によって分岐補償器25側へ分岐し、分岐補償器25によって分岐を補償して光ファイバ20へ送信する。すると、光ファイバ20では、分岐補償器24からの第1光信号と分岐補償器25からの第2光信号とを合波して単方向化したのち、光ADM装置1によってこの2つの光信号に所定の光信号処理を施す。なお、この光ADM装置1における光信号処理については後述することにする。

[0104] その後、この光ADM装置1の通常時出力ポート1bから光信号処理後の光信号が出力される。即ち、この光信号を光ファイバ21において双方化すると、第1光信号を光サークキュレータ23側へ分岐するとともに、第2光信号を光サークキュレータ23によって、この第1光信号を光ファイバ60bへ出力する一方、光サークキュレータ22によって、上記第2光信号を光ファイバ60aへ出力する。

[0105] なお、このとき、上述の光ADM装置1では、図2に示すように、通常時においては、双方向化されて伝送されてきた第1光信号、第2光信号は、通常時入力ポート1aから入力されると、光スライツ101をスルーしたのち、光ファイバ102において光信号の一部をSVOR103に送信し、SVOR103によって何れの波長の光信号を分岐させかを選択する。

[0106] その後、光ADM装置1では、光増幅器104において光信号を増幅したのち、リニアADM部105において、上記SVOR103によって選択された波長の光信号を分岐し、この分岐された波長の光信号を挿入する。即ち、この分岐・挿入処理を施した光信号は、光ファイバ106において、SVOS107からのSV信号を重畳したのち、光スライツ108をスルーし、光増幅器109で増幅する。

[0107] それから、光ファイバ110にて光信号の一部を光スベクトルモニタ111に分岐するとともに、光ADM装置(図示略)に送信する。光スベクトルモニタ111では、波長のずれや信号の分岐・挿入の状態を監視する。

(a2) 通常時の伝送路の入力側近傍において障害が発生した場合
ここで、図1に示す双方向光通信用光伝送装置60と、この双方向光通信用光伝送装置60の光ファイバ60a、60dと接続されて隣接する双方向光通信用光伝送装置(図示略; 60Aとする)との間において障害が発生して通信断となった場合における双方向光通信用光伝送装置60の動作について、図6を用いて説明する。

[0108] この場合、光ファイバ60aからは第1光信号が入力されず、光ファイバ60cから入力される。即ち、通信断となった光ファイバ60a、60dに接続されている双方向光通信用光伝送装置60Aにて折り返

(17)

特開平11-127121

31

された第1光信号がネットワークリング上の他の双方向光通信用光伝送装置60の非常時用の光ファイバ60cから入力される。

[0109]そして、光ファイバ60cから第1光信号が入力されると、この第1光信号を光サークキュレータ3において分岐し、分岐補償器34によって分岐を補償したのち、光カプラ30を介して光ADM装置1の非常時入力ポート1cへ入力する。すると、光ADM装置1において、この第1光信号は、光スイッチ108をスルーし、SVOR113において、光カプラ112によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を監視取り、この第1光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0110]その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第1光信号を光スイッチ108により光ファイバ60bへ折り返し、光増幅器109により増幅したのち、光カプラ110を介して、通常時用の光ファイバ60cとを介して、通常時出力ポート1bから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合、例えば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、光カプラ114によって第1光信号にSV信号を重畳したのち、光スイッチ101によって光ファイバ60bへ折り返し、通常時と同様に光カプラ102、SVOR103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受信する。

[0111]なお、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、第1光信号を光スイッチ108により通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光カプラ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108をスルーし、光増幅器109、光カプラ110、光スペクトルモニタ111による処理を施したのち、通常時出力ポート1bから出力する。

[0112]その後、この通常時出力ポート1bから出力した第1光信号は、図6に示すように、光カプラ21、光サークキュレータ23を介して光ファイバ60bから出力される。一方、第2光信号については、光ファイバ60bから入力される。その後、この第2光信号を光サークキュレータ23において分岐し、分岐補償器25によって分岐を補償したのち、光カプラ20を介して光ADM装置1の通常時入力ポート1aから入力する。

[0113]すると、光ADM装置1において、この第2光信号は、光スイッチ101をスルーし、SVOR103において、光カプラ102によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を監視取り、この第2光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スイッチ101により光ファイバ60cへ折り返し、光増幅器116により増幅したのち、光カプラ117を介して、非常時出力ポート1dから出力する。

[0114]また、分岐・挿入処理を施す場合、例え

(17)

特開平11-127121

32

ば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、通常時と同様に光カプラ102、SVOR103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受信する。なお、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、第2光信号をリニアADM部105によって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光カプラ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108を光ファイバ60dへ折り返し、光増幅器112、114、光スイッチ101、光増幅器117、光カプラ117、光スペクトルモニタ118を介したのち、グインコライザ119によって光信号のグインを調整して非

常時出力ポート1dから出力する。

[0120]一方、第2光信号については、光ファイバ60dから入力されず、光ファイバ60dから入力される。即ち、通断断となつた光ファイバ60b、60cに接続されている双方向光通信用光伝送装置60Bにて折返された第2光信号がネットワークリング上の他の双方向光通信用光伝送装置60の非常時用の光ファイバ60dから入力される。

[0121]そして、光ファイバ60dから第2光信号が入力されると、この第2光信号を光サークキュレータ33において分岐し、分岐補償器35によって分岐を補償したのち、光カプラ30を介して光ADM装置1の非常時入力ポート1cへ入力する。すると、光ADM装置1において、この第2光信号は、光スイッチ108をスルーし、SVOR113において、光カプラ112によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を監視取り、この第2光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0122]その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スイッチ108により光ファイバ60bへ折り返し、光増幅器109、光カプラ111を介して通常時出力ポート1bから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合、例えば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、光カプラ114によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ101によって光ファイバ60bへ折り返し、通常時と同様に各部102～104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受信する。

[0123]なお、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合は、リニアADM部105によって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光カプラ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108をスルーし、光増幅器109、光カプラ110、光スペクトルモニタ111による処理を施したのち、通常時出力ポート1bから出力する。

[0124]その後、この出力された第2光信号は、光カプラ21、光サークキュレータ23を介して光ファイバ60aから出力される。即ち、双方向光通信用光伝送装置60aから出力するだけではない、つまり、光ファイバ60c、60d間において通断断となつた場合、通常時の光ファイバ60aと非常時用の光ファイバ60dとを使用して、光通断を行なうのである。

[0125] (a4) 近傍にないある箇所において障害が発生した場合

次に、上述の双方向光通信用光伝送装置60、60A間や双方向光通信用光伝送装置60、60B間ではなく、

(18)

特開平11-127121

34

それ以外の箇所において障害が発生した場合の双方向光通信用光伝送装置60の動作について、図8を用いて説明する。なお、ある箇所が通断断となつている場合、伝送された光信号は、通断断となつた位置から折り返して伝送されるようになっていたため(図6、図7参照)、双方向光通信用光伝送装置60がその間に位置する場合、通常時、非常時用の両方の光ファイバ60a～60dを全て利用して光信号を送送する。

[0126]即ち、第1光信号、第2光信号は、ともに向光通信用光伝送装置60B)から送信され、双方向へ送信するようになっていた。まず、第1光信号について、双方向光通信用光伝送装置60Aから送信される。第1光信号は、光ファイバ60aから入力される。その後、光サークキュレータ22において分岐し、分岐補償器24によって分岐を補償したのち、光カプラ20を介して光ADM装置1の通常時入力ポート1aから入力する。

[0127]すると、光ADM装置1において、この第1光信号は、光スイッチ101をスルーし、各部102～111によって、分岐・挿入処理を施す所定の光伝送処理を施し、通常時出力ポート1bから出力される。その後、この出力された第1光信号は、光カプラ21、光サークキュレータ23を介して光ファイバ60bから出力する。

[0128]一方、双方向光通信用光伝送装置60Bから送信される第1光信号は、光ファイバ60cから入力される。その後、光サークキュレータ32において分岐し、分岐補償器34によって分岐を補償したのち、光カプラ30を介して光ADM装置1の非常時入力ポート1cから入力する。すると、光ADM装置1において、この第1光信号は、光スイッチ108をスルーし、各部112～115の各処理を施したのち、光スイッチ101もスルーして、各部116～119の各処理を施したのち、非常時出力ポート1dから出力される。その後、この出力された第1光信号を、光カプラ31、光サークキュレータ33を介して光ファイバ60dから出力する。

[0129]即ち、第1光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置60Aから通常時の光ファイバ60a、60b上を送信しているときに行なっているもので、双方向光通信用光伝送装置60Bから送信されたときは通過するだけでよい、つまり、光ファイバ60c、60dでは、SV信号の監視を施すを行なう。光信号を増強して送出しているだけである。

[0130]次に、第2光信号について、双方向光通信用光伝送装置60Bから送信される第2光信号は、光ファイバ60bから入力される。その後、光サークキュレータ23において分岐し、分岐補償器25によって分岐を施したのち、光カプラ20を介して光ADM装置1の

特開平11-127121

35

通常時入力ポート10から入力する。すると、光ADM装置1において、この第2光信号は、光スイッチ10Mをスルーし、各部102～111によって、分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理を施したのち、通常時出力ポート11bから出力する。その後、この出力された第2光信号を、光カプラ21、光サークビレータ22を介して光ファイバ60aから出力する。

101311一方、双方向光通信用光伝送装置60Aから送られる第2光信号は、光ファイバ60dを通じて分岐し、分岐補償器35によって分岐を補償したのち、光カプラ30を介して光ADM装置1の非常時入力ポート10から入力する。すると、光ADM装置1において、この第2光信号は、光スイッチ108をスルーし、各部112～115の各処理を施したのち、光スイッチ101もスルーして、各部116～119の各処理を施したのち、非常時出力ポート11dから出力する。その後、この出力された第2光信号は、光カプラ31、光サークビレータ32を介して光ファイバ60cから出力される。

101321即ち、第2光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置60Bから通常時の光ファイバ60a、60b上を伝送しているときに行なっているのとき、双方向光通信用光伝送装置60Aから送られたときには、通過するだけでよい。つまり、この場合も、光ファイバ60c、60dは、SV信号の配み書きを行なっており、光信号を増幅して送出しているだけである。

101331このように、本発明の第1実施形態にかかわらず、双方向光通信用光伝送装置60によれば、ネットワーク構成を要することで双方向に伝送する光信号を単一方向化することができ、既存の光ADM装置を使用し、双方向に伝送する光信号の分岐・挿入処理や非常時の折り返し処理等を正常に行なうことができ、双方向用の光ADM装置を低コストで実現することができるという利点がある。

101341また、第1光信号についての分岐と第2光信号についての分岐とを個別に補償しているのので、各ノード間の距離を一定に保つ必要がなく、自由に設定することができ、システム（ネットワーク）構築の柔軟性に寄与する。さらに、光ADM装置1により単一方向化した光信号に対しては、波長単位で光信号の分岐・挿入処理を施しているのので、情報を載せた信号を光の状態のまま処理することができ、本装置60の処理速度を向上させることができる利点がある。

101351また、上述の双方向光通信用光伝送装置60によれば、AOTFを用いて光信号の分岐・挿入処理を施すこともできるので、システム構築の際の柔軟性に寄与する。さらに、単一方向化された光信号処理部の光信号のスペクトル状態を監視しているのので、伝送光信

特開平11-127121

36

号の状況を常に把握することができ、伝送光信号のバリエーション等を適宜に補正したりすることができ、

101361また、非常時ににおいても通常時と同様に所定の光伝送処理を施すことができるので、常に一定のルーットを維持することができ、本装置60の伝送能力の向上に寄与する。さらに、上述の双方向光通信用光伝送装置60によれば、光スイッチ101、108によって、入力される第1光信号もしくは第2光信号の伝送方向を切り替えているので、通常時と非常時との伝送方向の切り分けを容易に行なうことができ、本装置60の処理速度の向上に寄与する。

101371また、非常時に折り返された光信号の信号レベルを一定に保っているのので、光信号の波長のバラつきを適宜に無くすることができ、精度の高い光信号を送送することができる利点がある。

(b) 第1実施形態の第1変形例の説明
また、上述の第1実施形態に示す双方向光通信用光伝送装置60では、第1方向変換処理部2において、光サークビレータ22、23を用いて双方向に伝送される光信号（第1光信号、第2光信号）を分岐しているが、例えば、図9に示す双方向光通信用光伝送装置61のように、第1方向変換処理部2Aにおいて、上述の光サークビレータ22、23の代わりに光カプラ26、27を用いて構成するのしてもよい。なお、この光カプラ26、27は、それぞれ、波長多重/分離型光カプラとして構成されている。

101381つまり、光カプラ26によって光ファイバ60aからの第1光信号を分岐補償器24を介して光カプラ20へ分岐する一方、光カプラ21で分岐された第2光信号を光ファイバ60aへ分岐するとともに、光カプラ27によって光ファイバ60bからの第2光信号を分岐補償器25を介して光カプラ20へ分岐する一方、光カプラ21で分岐された第2光信号を光ファイバ60bへ分岐するようにしている。

101391なお、この場合、非常時用の第2方向変換処理部3Aにおいても、上述の第2方向変換処理部3（図1参照）に設けられた光サークビレータ32、33の代わりに光カプラ36、37を用いて構成することができ、そのため、非常時には、上述の光サークビレータ32、33とはほぼ同様に、動作するようにになっている。また、この光カプラ36、37も波長多重/分離型光カプラとして構成されている。

101401このように、上述の双方向光通信用光伝送装置61によれば、光カプラ26、27、36、37を用いて構成することができ、高面な光サークビレータ22、23、32、33を用いるのに比べて、回路全体のコストを削減することができ、ひいては、光伝送装置を構成する際のコストを削減することができる。

(c) 第1実施形態の第2変形例の説明
図10は本発明の第1実施形態にかかわらず、双方向光通信用光伝送装置の第2

変形例を示すブロック図である。

101411上述に示す双方向光通信用光伝送装置60、61では、双方向に伝送される光信号を1×2WDM光カプラ20、21（非常時には、光カプラ30、31）を用いて単方向にまとめているが、ここでは、図10に示すように、2×2WDM光カプラ28（非常時には、2×2WDM光カプラ38）を用いて双方向光通信用光伝送装置62を構成している。

101421具体的に、この図10に示す双方向光通信用光伝送装置62は、通常時の光ファイバ60a'、60b'と非常時の光ファイバ60c'、60d'とを介接され、これらの光ファイバ60a'、60d'を伝送される光信号に対して所定の光伝送処理を施すもので、光カプラ28、38、光ADM装置1Bをそなえて構成されている。

101431ここで、光カプラ28は、光ファイバ60a'に接続される第1入出力ポート28aと、光ファイバ60b'に接続される第2入出力ポート28bと、光ADM装置1Bの通常時入力ポート11Baに接続される第3入出力ポート28cと、光ADM装置1Bの通常時出力ポート11Bbに接続される第4入出力ポート28dとを有する波長多重/分離型光カプラとして構成されるものである。

101441具体的に、この光カプラ28は、第1入出力ポート28aへ入力される第1光信号と第2入出力ポート28bへ入力される第2光信号とを光波長多重して第3入出力ポート28cへ出力する一方、第4入出力ポート28dへ入力される光信号処理部の光信号のうち、第1光信号を第2入出力ポート28bへ出力するとともに第2光信号を第1入出力ポート28aへ出力するようにしている。

101451即ち、この光カプラ28は、第1光信号（即ち、波長λ₁、λ₂の光信号）をクロスするようには構成されているので、双方向に伝送される光信号を単一方向化あるいは双方向化することができるのである。また、光カプラ38は、光ファイバ60c'に接続される非常時用の第1入出力ポート38aと、光ファイバ60d'に接続される非常時用の第2入出力ポート38bと、光ADM装置1Bの非常時入力ポート11Bcに接続される非常時用の第3入出力ポート38cと、光ADM装置1Bの非常時出力ポート11Bdに接続される非常時用の第4入出力ポート38dとを有する波長多重/分離型光カプラとして構成されるものである。

101461具体的に、この光カプラ38は、非常時用の第1入出力ポート38aへ入力される第1光信号と非常時用の第2入出力ポート38bへ入力される第2光信号とを光波長多重して非常時用の第3入出力ポート38cへ出力する一方、非常時用の第4入出力ポート38dへ入力される光信号のうち、第1光信号を非常時用の第2入出力ポ

(20)

特開平11-127121

38

ート38bへ出力するとともに第2光信号を非常時用の第1入出力ポート38aへ出力するようにしている。

101471即ち、この光カプラ38も光カプラ28と同様に、双方向に伝送される光信号を単一方向化あるいは双方向化することができるのである。また、この図10に示す光ADM装置1Bは、例えば、図11に示すように構成されている。この図11に示す光ADM装置1Bは、上述の図2に示す光ADM装置1とは、光ファイバ60a'から入力されている光信号の分岐を補償する分岐補償器（分岐補償ファイバ、DCF）120と光ファイバ60c'から入力されている光信号の分岐を補償する分岐補償器121とを設けた点で異なる。

101481なお、上述の分岐補償器120、121は、単一方向化された第1光信号と第2光信号については、単一方向に挿入する一括分岐補償部として機能するようにしている。即ち、ここでは、双方向の光信号を光カプラ28、38においてまとめてから分岐補償しているため、双方向から伝送されてくる第1光信号と第2光信号の伝送距離をほぼ一定にしなければなら

101491従って、上述の双方向光通信用光伝送装置60、61（図1、図9参照）のように、第1光信号と第2光信号を光ADM装置11へ入力する前に、それぞれ別々に分岐補償しているのとは異なり、双方向の光信号を光カプラ28、38で一括してまとめてから分岐補償しているため、双方向から伝送されてくる第1光信号と第2光信号の伝送距離をほぼ一定にしなければなら

101501即ち、第1光信号の分岐と第2光信号の分岐を同じにするか、あるいは、第1光信号の分岐と第2光信号の分岐とを所定の許容量以下にしないかではないか、図10に示す双方向光通信用光伝送装置62を用いる場合には、各ノード間（光ADM装置間）の距離をほぼ一定にしてネットワークを構成するようにしている。

101511なお、光信号の伝送距離が2.5Gb/s以下である場合には、分岐補償せずに比較的短距離に伝送することができ、伝送距離によっては分岐補償器120、121を設けなくてもよい。また、ここでは、分岐補償器120、121として、分岐補償ファイバを用いているが、ファイバブラッググレーティングを用いるようにしてもよい。

101521具体的に、この図10に示す双方向光通信用光伝送装置62を適用したネットワークは、例えば、図12に示すように構成される。この図12では、双方向光通信用光伝送装置62、62A～62Dによって2Fiber BLSRネットワーク54を構成している。この図12において、符号64A、64Bは、それぞれ、双方向光増幅器で、双方向に伝送される光信号に対して光

増幅処理を施すようになっている。

【0153】なお、例えば、上述した4FiberBL-SRネットワーク52を構成する各光ADM装置501〜505（図21参照）に上記光サブラ28を追加するだけで、例えば、図12に示すように構成がシンプルなる2FiberBL-SRネットワーク54を構成することができ、これにより、例えば、図13に示すように、光ADM装置62、光ADM装置62A間が完全に通信断となった場合においても、通信不能にならずに通常時と同様な通信が行なえることとなる。

【0154】即ち、2本の並方向光ファイバ81A、81Bにより構成されるUPSRネットワーク（図22参照）のように、スループットを落とすことなく伝送容量を随時に関連した通信を行なうことができるのである。以下、上述のごとく構成された本発明の第1実施形態の、第2変形例にかかる双方向光通信用光伝送装置62の動作について説明する。

【0155】(c1)通常時の動作

まず、この双方方向光通信用光伝送装置62では、通常時、第1光信号(1、～1_a)が光ファイバ60a'を通じて入力されてくると、この第1光信号は光サブラ28の第1入出力ポート28aから入力する。一方、第2光信号(1_a、～1_a)が光ファイバ60b'を通じて入力されてくると、この第2光信号は光サブラ28の第2入出力ポート28bから入力する。

【0156】すると、光アララ28では、入力された第1光信号と第2光信号とを光波長多項して同一方向化する。即ち、第1光信号をスラッとするに、第2光信号をクロッシングする。そして、この同一方向化した光信号を第3光入力ポート28から出力して、光ADM装置1Bの通常時入力ポート1Bから入力し、光ADM装置1Bではこの2つの光信号に所定の光信号処理を施す。なお、この光ADM装置1Bによる処理は後述する。

【0157】その後、この光ADAM装置1Bの通常時間出力ポート1Bbから光信号処理部の光信号が出力されると、この光信号を光ケーブル28の第4入出力ポート8dから入力し、光ケーブル28において双方向性。即ち、第1光信号はスループットとともに、第2光信号はクロスする。そして、第1光信号は第2入出力ポート28bから出力されて光ファイバ60bへへ出力する一方、第2光信号は第1入出力ポート28aから出力されて光ファイバ60aへへ出力する。

【0158】なお、このとき、上述の光ADM装置1Bでは、図11に示すように、通常時においては、双方向化されて伝送されてきた第1光信号、第2光信号は、通常時常用入力ポート1Bから入力されると、分岐挿入機器120において、分光を施したのち、光スイッチ101をスルーし、光ケーブル102において光信号の一部をSVOR103に送信し、SVOR103によって何れの

台、例えば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、光カプラ114によって第1光信号にSV信号を重畳したのち、光スイッチ101によって光ファイバ80b⁰、即ち、光スイッチ101と同様に光カプラ102、SVORへ折り返し、通常時と同様に光処理を越え、リニアADM103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受信する。

【0165】なお、一部の波長の光信号の分岐・抑入処理する場合、第1光信号をリニアADM部105によって通波部と同様に分岐・抑入処理を施し、光カプラ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108をスルーズし、光増幅部109、光カプラ110、光スペクトルモニタ111による処理を施したのち、通常動作出力ポート11Bから出力する。

【0166】その後、この通常時出力ポート1Bから出力された第1光信号は、光ケーブル28をスルーして先づファイバ61から出力される。一方、第2光信号については、光ファイバ60bを通じて入力され、光ケーブル28の第2入力ポート28bから入力し、クロスを、第3入力ポート28cから出力し、光AD変換器1Bの通常時入力ポート1Baからこの光AD変換器1Bに入力する。

【0167】すると、光ADW装置1Bにおいて、この第2光信号は、分散補償器120において分散を補償した上で、光スプリッチ101にスルーし、SVOR103において、光サブチャネル2により一部減衰した受信した光信号からSV信号を配分取り、この第2光信号より分岐・押入処理を施すか否かを検出する。その結果、分岐・押入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スプリッチ101により光ファイバ60dの「側へ折り返し」、光増幅器116により光増幅60f、側へ折り返し、光増幅器117を介して、非常時出力ポート1Bから出力する。

【0168】また、分岐・挿入処理を実施する場合、例えば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、通常時と同様に光増幅器102、SVOR103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受信する。なお、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、第2光信号をリニアADM部105によって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光カプラー106によってSV信号を逆折したのち、光スイッチ108を光ファイバ60d、御へ折り返し、光カプラー112、114、光スイッチ101、光増幅器116、光カプラー117、光スペクトルアナライザ118を介したのち、ゲインコンローラ119によって光信号のゲインを調整して非等時出力ポート118dから出力する。【0169】その後、この出力された第2光信号は、光

カブラ38をクロスして、光ファイバ60c'から出力される。即ち、双方光通信用光伝送装置62、62Aの間において通信断となった場合、通常用の光ファイバ60b'と非常時用の光ファイバ60c'とを使用して、光通信を行なうのである。

【0170】(c3) 通常時の伝送路の出力側近傍にお
いて送信が発生した場合
次に、図10に示す双方向光通信用光伝送装置62と、
この双方向光通信用光伝送装置62の光ファイバ60
b'、60c'と接続されて構成する双方向光通信用光
伝送装置(符号62D:図12参照)との間において、双
向光伝送装置62の動作について説明する。

【0171】この場合、第1光信号は、光ファイバ60a'から入力される。そして、光カプサ28の第1出入口ポート28aから入力し、スルーして、第3出入口ポート28cから出力し、光ADM装置1Bの通常用入力ポート1Bからこの光ADM装置1Bに入力すると、光ADM装置1Bにおいて、この第1光信号は、分岐補償器120により分岐を補償したのち、光スイッチ102によつて一部分岐されて受信した光信号から、光SV信号を抜き取り、この第1光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

【0172】その結果、分岐・叩入処理を施さない場合は、その第1光回線を光スプレッド101により光ファイバケーブル116により増幅したのち、光ケーブル117を介して、非常時出力増幅器1Bdから出力する。また、分岐・叩入処理を施す場合は、例えば、全ての波長の光回線を分岐する場合は、通常時と同様に光ケーブル102、SVOR103、増幅器104によって全ての回線を駆動し、リニアADM部105によって全ての回線を処理して受信する。

【0173】なお、一部の波長の光信号の分岐・抑入処理する場合、第1光信号をリニアADM部105によって通常時と同様に分岐・抑入処理を遂行し、光カプラ106によってSV信号を直列したため、光スイッチ108は、光をファイバ60d'側へ折り返し、光カプラ112、114、光スイッチ101、光増幅器116、光カプラ117、光スイッチ20118を介したため、ザイコンコライザ119によって光信号のゲインを調整して非常時出力ポート1Bから出力する。

【0174】一方、第2光信号については、光ファイバ60b'から入力されず、光ファイバ60d'から入力される。即ち、通順所となった光ファイバ60b'、60c'に接続されている双方用光伝送装置62Dに折り返された第2光信号をネットワーキング上の他の双方用光伝送装置62C、62B、62Aを介してこの双方用光伝送装置62の非常時の光ファイバ60d'から入力される。

【0175】そして、光ファイバ60d' から第2光回線が入力されると、この第2光回線は光ケーブル38の非常時用第4入出力ポート38bから入力し、クロスして、非常時用第3入出力ポート38cから出力し、光A DM装置1Bの非常時入力ポート1Bcから入力す

(23)

特開平11-127121

る。すると、光ADM装置1Bにおいて、この第2光信号は、分岐補償器21により分岐を補償したのち、光スイッチ108をスルーし、SVOR113において、光カプラ112によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を抜き取り、この第2光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを後述する。

【0176】その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スイッチ108により光フライバ60b'へ折り返し、光増幅器109、光カプラ106を介して通常時出力ポート1Bbから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合、例えば、全ての波長の光信号を分岐する場合は、光カプラ114によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ101によって光フライバ60b'へ折り返し、通常時と同様に各部102～104による処理を経て、リニアADM部105によって全ての信号を分岐して受ける。

【0177】なお、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合は、リニアADM部105によって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光カプラ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108をスルーし、光増幅器109、光カプラ110、光ベクトルモニタ111による処理を施したのち、通常時出力ポート1Bbから出力する。

【0178】その後、この出力された第2光信号は、光カプラ28をクロスして、光フライバ60a'から出力される。即ち、双方向光通信用光伝送装置62、62B間において通信用となった場合、通常用の光フライバ60a'と非常時用の光フライバ60d'とを使用して、光通信を行なうのである。

【0179】(c4) 近所にないある箇所において障害が発生した場合、上述の双方向光通信用光伝送装置62、62A間や双方向光通信用光伝送装置62、62D間ではなく、それ以外の箇所において障害が発生した場合の双方向光通信用光伝送装置62の動作について説明する。なお、この場合も、第1実施形態と同様に、通常時用、非常時用の両方の光フライバ60a'～60d'を全て利用して光信号を送送する。

【0180】つまり、第1光信号について、双方向光通信用光伝送装置62Aから送られる第1光信号は、光フライバ60a'から入力される。その後、光カプラ28をスルーして、通常時入力ポート1Baから光ADM装置1Bに入力する。すると、光ADM装置1Bでは、分岐補償器120において、この第1光信号の分岐を補償したのち、光スイッチ101をスルーし、各部102～111によって、分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理を施し、通常時出力ポート1Bbから出力する。その後、この出力された第1光信号は、光カプラ28をスルーして光フライバ60b'から出力する。

【0181】一方、双方向光通信用光伝送装置62Dから

44

(23)

特開平11-127121

ら送られる第1光信号は、光フライバ60c'から入力される。そして、光カプラ38をスルーして非常時入力ポート1Bcから光ADM装置1Bに入力する。すると、光ADM装置1Bでは、分岐補償器121において、この第1光信号の分岐を補償したのち、光スイッチ108をスルーし、各部112～115の各処理を施したのち、光スイッチ101もスルーして、各部116～119の各処理を施したのち、非常時出力ポート1Bdから出力する。その後、この出力された第1光信号は、光カプラ38をスルーして光フライバ60d'から出力される。

【0182】即ち、第1光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置62Aからの通常時の光フライバ60a'、60b'上を伝送しているときに進んでいるので、双方向光通信用光伝送装置62Dから送られたときには通過するだけでよい。つまり、光フライバ60c'、60d'では、分岐補償を行ない、SV信号の読み書きを行なったのち、光信号を増幅して送っている。

【0183】次に、第2光信号について、双方向光通信用光伝送装置62Dから送られる第2光信号は、光フライバ60b'から入力される。その後、光カプラ28をクロスして通常時入力ポート1Bcから光ADM装置1Bに入力する。すると、光ADM装置1Bでは、分岐補償器120において、この第2光信号の分岐を補償したのち、光スイッチ101をスルーし、各部102～111によって、分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理を施し、通常時出力ポート1Bbから出力する。その後、この出力された第2光信号は、光カプラ28をクロスして光フライバ60a'から出力する。

【0184】一方、双方向光通信用光伝送装置62Aから送られる第2光信号は、光フライバ60d'を通じて入力される。その後、光カプラ38をクロスして、非常時入力ポート1Bcから光ADM装置1Bに入力する。すると、光ADM装置1Bでは、分岐補償器121において、この第2光信号の分岐を補償したのち、光スイッチ108をスルーし、各部112～115の各処理を施したのち、光スイッチ101もスルーして、各部116～119の各処理を施したのち、非常時出力ポート1Bdから出力する。その後、この出力された第2光信号は、光カプラ38をスルーして光フライバ60c'から出力される。

【0185】即ち、第2光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置62Aから通常時の光フライバ60a'、60b'上を伝送しているときに行なっているのので、双方向光通信用光伝送装置62Dから送られたときには通過するだけでよい。つまり、光フライバ60c'、60d'では、分岐補償を行ない、SV信号の読み書きを行なったのち、光信号を増幅して送出している。

45

(24)

特開平11-127121

【0186】このように、上述の双方向光通信用光伝送装置62によれば、2×2光カプラ28、38を用いて双方向に伝送される光信号の単一方向化および双方向化を行なっている。このため、回路構成の簡素化を図ることができ、従って、光通信システム全体の簡素化を図ることができると考えられる。また、第1光信号の分岐と第2光信号の分岐とを一括して補償しているため、この場合も同様に、回路構成の簡素化を図ることができると考えられる。

【0187】(d) 第2実施形態の説明
図14は本発明の第2実施形態における双方向光通信用光伝送装置63の構成を示すブロック図で、この図14に示す双方向光通信用光伝送装置(光ADM装置)63は、上り方向と下り方向とで異なる波長の光信号を伝送することにより双方向の光通信を行なう光フライバ(双方向光通信用光伝送路)60e、60fを伝送される光信号に対して所定の光伝送処理を施すもので、第1光ADM部1C、第2光ADM部1D、光カプラ22A、23A、光ベクトルモニタ122をそなえて構成されている。

【0188】ここで、第1光ADM部(第1光信号処理部)1Cは、上り方向の光信号(第1光信号:1、～1.)に対して所定の光信号処理を施すものであり、第2光ADM部(第2光信号処理部)1Dは、下り方向の光信号(第2光信号:2、～2.)に対して所定の光信号処理を施すものである。つまり、第1実施形態では、既存の光ADM装置1、1A、1B(図1、図9、図10参照)を用いて双方向に伝送される光信号に所定の光伝送処理を行ないたいのに対し、本発2実施形態では、光ADM装置自体の構成を双方向光通信対応にしているのである。なお、各光ADM部1C、1Dについては、後述することにする。

【0189】また、光カプラ(第1分岐部)22Aは、光フライバ60eを通じて入力される第1光信号を第1光ADM部1Cへ分岐する一方、第2光ADM部1Dからの第2光信号を光フライバ60eへ分岐するものである。光カプラ(第2分岐部)23Aは、光フライバ60fを通じて入力される第2光信号を第2光ADM部1Dへ分岐する一方、第1光ADM部1Cからの第1光信号を光フライバ60fへ分岐するものである。

【0190】つまり、これらの光カプラ22A、23Aによって、通常時に光フライバ60e、60fを双方向に伝送する第1光信号、第2光信号を切り分けて、それぞれ、別々に所定の光伝送処理を施すことができるようになっている。ここで、上述の第1光ADM部1Cについて詳述する。具体的に、第1光ADM部1Cは、図14に示すように、分岐補償器24A、光スイッチ101A、光カプラ102A、監視信号受信部(SVOR)10A、光増幅器104A、リニアADM部105A、光カプラ106A、監視信号送信部(SVOS)107A、光スイッチ108A、光増幅器109Aをそなえて構成されている。

46

(24)

特開平11-127121

る。なお、既述の符号と同一の符号を付したものはそれと同等のものであるため、詳細な説明については省略する。

【0191】また、分岐補償器(第3分岐補償器)24Aは、光フライバ60eを通じて入力される第1光信号について分岐を補償するものである。光スイッチ(第1折り返し光スイッチ)101Aは、光フライバ60fを通じての双方向通信が不可能になった時に、光フライバ60eを通じて入力される第1光信号を後述する非常時用の光フライバ60g、60hへ折り返すもので、通常時は、スルーするようになっている。

【0192】さらに、リニアADM部(フド・フロツ処理部)105Aは、入力光信号に対して波長単位での光信号の分岐・挿入処理(フド・フロツ処理)を施すもので、上述のリニアADM部105(図2参照)と同様に構成されている。そのため、光分岐器45、分岐用光スイッチ46-1～46-n、挿入用光スイッチ47-1～47-n、光フド・ネーカ48-1～48-n、光合波器49をそなえて(図14においては符号略)、リニアADM部105と同様に機能するようにになっている。

【0193】なお、このリニアADM部105Aによる分岐・挿入処理は、リニアADM部105と同様に、AOTF(音響光チューンアブルフィルタ:図3の符号参照)や波長選択型回折格子(AWG)またはフライバフラグレータインによって行なうようにしてもよい。また、光スイッチ(第1折り返し光スイッチ)108Aは、上述の光スイッチ101Aと同様に、光フライバ60fを通じての双方向通信が不可能になった時に、光フライバ60eを通じて入力される第1光信号を後述する非常時用の光フライバ60g、60hへ折り返すものである。通常時は、スルーするようになっている。

【0194】ところで、この双方向光通信用光伝送装置63は、光フライバ60e、60fによる双方向通信が不可能になった非常時に、この光フライバ60e、60fに代わって双方向通信を行なうための光フライバ(非常時双方向通信用光伝送路)60g、60hに介装され、所定の光信号処理を行なうようになっている。なお、このときも、第1光ADM部1Cと第2光ADM部1Dを用い、非常時に光フライバ60g、60hを双方向に伝送する光信号は光カプラ32A、33Aによって切り分けられている。

【0195】そのため、第1光ADM部1Cは、図14に示すように、分岐補償器34A、光スイッチ108A、光カプラ112A、監視信号受信部(SVOR)11A、光カプラ114A、監視信号送信部(SVOS)11A、光スイッチ101A、光増幅器116A、グレイコンライバ119Aをそなえて構成されている。なお、既述の符号と同一の符号を付したものはそれと同等のものであるため、詳細な説明については省略する。

(25)

特開平11-127121

47

は省略する。

【0196】ここで、分散補償器（第5分散補償器）3 4Aは、非常時に他の光伝送装置で折り返され光ファイバ60gを通じて入力される第1光信号についての分散バ60gを通じて入力される第1光信号についての分散を補償するものである。つまり、この第1光ADM部1 Cでは、通常時に入力される第1光信号の分散と非常時に入力される第1光信号の分散とを、それぞれ、分散補償器24A、34Aによって別々に補償することができ るようになっているのである。

【0197】また、ゲインコンライザ119Aは、非常時に光スイッチ101Aや108Aで、光ファイバ60 hへ折り返された第1光信号の信号レベルを一定に保つ もので、被減損位で第1光信号のゲインを調整するよう になっている。即ち、このゲインコンライザ119Aは 非常時光信号レベル調整部として機能しているものであ る。

【0198】また、上述の図14に示す第2光ADM部 1Dは、例えば、分散補償器25A、光スイッチ101 B、光カプラ102、監視信号受信部（SVOR）10 3、光増幅器104、リニアADM部105B、光カプ ラ106、監視信号送信部（SVOS）107、光スイ ッチ108B、光増幅器109をそなえて構成されてい る。なお、既述の符号と同一の符号を付したものはそれ ぞれ前記したものとはほぼ同様のものであるため、詳細な 説明については省略する。

【0199】ここで、分散補償器（第4分散補償器）2 5Aは、光ファイバ60fを通じて入力される第2の光 信号についての分散を補償するものであり、光スイッチ （第2折り返し）101Bは、光ファイバ6 0eを通じての双方方向通信が不可能になった時に、光フ ァイバ60fを通じて入力される第2光信号を非常時 用の光ファイバ60gへ送信するために折り返すもので、

通常時は、スルーするようになっている。

【0200】さらに、リニアADM部（アド・ドロップ 処理部）105Bは、入力光信号に対して被減損位での 光信号の分岐・挿入処理（アド・ドロップ処理）を施す もので、これも上述のリニアADM部105（図2参 照）と同様に構成されている。そのため、光伝送器4 5、分岐用光スイッチ46-1～46-n、挿入器4 イッチ47-1～47-n、光アッテネータ48-1～ 48-n、光合波器49をそなえ（図14においては符 号略）、リニアADM部105と同様に機能するように なっている。

【0201】なお、このリニアADM部105Bによる 分岐・挿入処理も、リニアADM部105、105Aと 同様に、AOTFや導波路型屈折格子（AWG）または ファイバブラッググレーティングによって行なうように してもよい。また、光スイッチ（第2折り返し）光ス イッチ108Bは、上述の光スイッチ101Aと同様に、 光ファイバ60eを通じての双方方向通信が不可能になっ

(26)

特開平11-127121

50

ら、光カプラ123cからの光信号と光カプラ123f からの光信号を交互に監視するようにになっている。

【0212】なお、この場合、光スペクトルモニタ12 2による各光信号の監視は、例えば、1秒毎に行なうよ うになっており、光スペクトルモニタ123は、既述の2× による切り替え速度（スウィッチング速度）は、既述の2× 1光カプラで充分に対応できる。そのため、双方方向通 信用光伝送装置63では、1台の光スペクトルモニタ1 22で同時に4箇所の信号を監視することができ る。また、装置全体のコストを削減することができるのであ る。

【0213】以下、上述のごとく構成された本発明の第 2実施形態にかかる双方方向光通信用光伝送装置63の動 作について、図15～図18を用いて説明する。

（d1）通常時の動作

まず、双方方向光通信用光伝送装置63では、通常時、図 15に示すように、第1光信号（A₁～A₄）が光フ ァイバ60eから入力されてくると、この第1光信号を光 カプラ22Aによって第1ADM装置1C側へ分岐す る。そして、分散補償器24Aによって分散を補償した のら、各部101A～109により、分岐・挿入処理を 含む所定の光伝送処理を行なう。この場合、光スイッ チ101A、108Aはスルーする。

【0214】その後、この第1光ADM部1Cにおいて 光伝送処理が施された第1光信号を、光カプラ23Aに よって光ファイバ60f側へ分岐して出力する。一方、 第2光信号（A₅～A₈）が光ファイバ60fから入力 されてくると、この第2光信号を光カプラ23Aによっ て第2ADM部1D側へ分岐する。そして、分散補償 器25Aによって分散を補償したのち、各部101B～ 109により、分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理 を行なう。この場合、光スイッチ101B、108Bは スルーする。

【0215】その後、この第2光ADM部1Dにおいて 光伝送処理が施された第2光信号を、光カプラ22Aに よって光ファイバ60e側へ分岐して出力する。なお、 このとき、光スペクトルモニタ122では、第1ADM 装置1C、第2ADM装置1Dにおいて光伝送処理され た各光信号を、光カプラ123a、123bにより一部 分岐し、光カプラ123cによって合波して監視する。

【0216】（d2）通常時の伝送路の入力源側にお いて故障が発生した場合

ここで、図14に示す双方方向光通信用光伝送装置63 と、この双方方向光通信用光伝送装置63の光ファイバ6 0e、60hと接続されて隣接する双方方向光通信用光伝 送装置（図示略：63Aとする）との間において故障が 発生して通信断となった場合に於ける双方方向光通信用光 伝送装置63の動作について、図16を用いて説明す る。

【0217】この場合、光ファイバ60eから第1光

49

DM部1Cで処理された第1光信号および非常時に第2 光ADM部1Dで処理された第2光信号の各光スペクトル 状態を監視するものである。

【0207】具体的に、この光スペクトルモニタ122 は、双方方向光通信用光伝送装置63内で処理される全て の光信号（合計4種類の光信号）について、光信号の波 長や波長のずれがあるか否かや、光信号の分岐・挿入処 理は正常に動作しているか否かなど、各光信号の8波の スペクトルからその状態を監視（チェック）するようになっ ている。

【0208】そのため、光伝送処理済の各光信号を抽出 するために、双方方向光通信用光伝送装置63内の伝送路 上には、光カプラ123a～123fが設けられてい る。ここで、光カプラ123aは、通常時に第1光AD M部1Cによって処理された第1光信号を分岐する手 前、光カプラ23Aによって第2光信号と合波される手 前の位置に設けられている。また、光カプラ123b は、通常時に第2光ADM部1Dによって処理された第 2光信号を分岐するもので、光カプラ22Aによって第 1光信号と合波される手前の位置に設けられている。

【0209】そして、これらの光カプラ123a、12 3bによって分岐された光信号は、光カプラ123cに よって合波され、光スペクトルモニタ122へ送信され るようになっている。また、光カプラ123dは、非常 時に第1光ADM部1Cによって処理された第1光信号 を分岐する手前の位置に設けられている。さらに、光 と合波される手前の位置に設けられている。また、光 カプラ123eは、非常時に第2光ADM部1Dによっ て処理された第2光信号を分岐するもので、光カプラ3 2Aによって第1光信号と合波される手前の位置に設け られている。

【0210】そして、これらの光カプラ123d、12 3eによって分岐された光信号は、光カプラ123fに よって合波され、光スペクトルモニタ122へ送信され るようになっている。また、この光スペクトルモニタ 122は、光カプラ123cにより送信されてくる通常時 における各光信号のスペクトル状態と、光カプラ123 fにより送信されてくる非常時に於ける各光信号のスペ クトル状態とを所定の周期で交互に監視するようになっ ており、この監視の切り分けは、光スペクトルモニタ スイッチ（2×1スイッチ）123によって行なわれるよ うになっている。

【0211】つまり、光スペクトルモニタスイッチ12 3によって、入力されてくる何れかの光信号を交互に切 り替えることができるので、光スペクトルモニタ122 を1台せなえただけで複数箇所の光信号を監視すること ができるのである。具体的に、上述の光スペクトルモニ タスイッチ123は、通常時には光カプラ123cから の光信号のみを監視するようにしており、非常時に は、光スペクトルモニタスイッチ123を切り替えなが

51

信号が入力されず、光ファイバ60gから入力される。即ち、通信断となった光ファイバ60g、60hに接続されている双方向光通信用光伝送装置63Aにて折り返された第1光信号がネットワーク上の他の双方向光通信用光伝送装置(図示略)を介してこの双方向光通信用光伝送装置63の非常時用の光ファイバ60gから入力される。

[0218] そして、光ファイバ60gから第1光信号が入力されると、この第1光信号を光ファイバ32Aにおいて分岐し、分岐補償器34Aによって分岐を補償したのち、光スイッチ108Aをスルーし、SVOR113において、光ファイバ112によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を抜き取り、この第1光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0219] その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第1光信号を光スイッチ108Aにより増幅し、光ファイバ32Aを介して、光ファイバ60fから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合のうち、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、第1光信号を光スイッチ101Aによって光ファイバ60f側へ折り返し、通常時と同様に、各部102~104による処理を経て、リニアADM部105Aによって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光ファイバ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108Aをスルーし、光増幅器109、光ファイバ23Aを介して、光ファイバ60fから出力する。

[0220] なお、全ての波長の光信号を分岐する場合、光ファイバ114によって第1光信号にSV信号を重畳したのち、光スイッチ101Aによって光ファイバ60f側へ折り返し、通常時と同様に各部102~104による処理を経て、リニアADM部105Aによって全ての信号を分岐して受信する。図16に示す太線は、この全ての信号を受信した場合を示している。

[0221] 一方、第2光信号については、光ファイバ60fから入力される。その後、この第2光信号を光ファイバ32Aにおいて第2光ADM部1D側へ分岐し、分岐補償器25Aによって分岐を補償したのち、光スイッチ101Bをスルーし、SVOR103において、光ファイバ102によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を抜き取り、この第2光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0222] その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スイッチ101Bにより増幅し、光ファイバ60g側へ折り返し、光増幅器116により増幅したのち、光スイッチ119B、光ファイバ32Aを介して、光ファイバ60gから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合のうち、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、光スイッチ101Bをスルーし、第2光信号をリニアADM部105Bによって通常時と

(27)

特開平11-127121

52

同様に分岐・挿入処理を施し、光ファイバ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108Bを光ファイバ60g側へ折り返し、光ファイバ112、114、光スイッチ101B、光増幅器116、光スイッチ119B、光ファイバ32Aを介して、光ファイバ60gから出力する。

[0223] なお、全ての波長の光信号を分岐する場合は、通常時と同様に光ファイバ102、SVOR103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105Bによって全ての信号を分岐して受信する。即ち、双方向光通信用光伝送装置63、63A間において通信断となった場合には、通常時用の光ファイバ60fと非常時用の光ファイバ60gとを使用して光通信を行なうようになっている。

[0224] (43) 通常時の伝送路の出力側近傍において障害が発生した場合

次に、図14に示す双方向光通信用光伝送装置63と、この双方向光通信用光伝送装置63の光ファイバ60g、60fと接続されて隣接する双方向光通信用光伝送装置(図示略: 63Bとする)との間において障害が発生して通信断となった場合における双方向光通信用光伝送装置63の動作について、図17を用いて説明する。

[0225] この場合、第1光信号は、光ファイバ60eから入力される。その後、光ファイバ22Aにおいて第1光ADM部1C側へ分岐し、分岐補償器24Aによって分岐を補償したのち、光スイッチ101Aをスルーし、SVOR103において、光ファイバ102によって一部分岐されて受信し、光ファイバ106によって第1光信号にSV信号を重畳し、この第1光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0226] その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第1光信号を光スイッチ101Aにより光ファイバ60h側へ折り返し、光増幅器116、光スイッチ119A、光ファイバ33Aを介して、光ファイバ60hから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合、光スイッチ101Aをスルーし、第1光信号をリニアADM部105Aによって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光ファイバ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108Aを光ファイバ60h側へ折り返し、光ファイバ112、114、光スイッチ101A、光増幅器116、光スイッチ119A、光ファイバ33Aを介して、光ファイバ60hから出力する。

[0227] なお、全ての波長の光信号を分岐する場合は、通常時と同様に光ファイバ102、SVOR103、増幅器104による処理を経て、リニアADM部105Aによって全ての信号を分岐して受信する。一方、第2光信号については、光ファイバ60fからは入力されず、光ファイバ60hから入力される。即ち、通信断となった光ファイバ60f、60gに接続されている双方向

53

向光通信用光伝送装置63Bにて折り返された第2光信号がネットワーク上の他の双方向光通信用光伝送装置(図示略)を介してこの双方向光通信用光伝送装置63の非常時用の光ファイバ60hから入力される。

[0228] そして、光ファイバ60hから第2光信号が入力されると、光ファイバ33Aにおいて第2光ADM部1D側へ分岐し、分岐補償器35Aによって分岐を補償したのち、光スイッチ108Bをスルーし、SVOR113において、光ファイバ112によって一部分岐されて受信した光信号からSV信号を抜き取り、この第2光信号に分岐・挿入処理を施すか否かを検出する。

[0229] その結果、分岐・挿入処理を施さない場合は、この第2光信号を光スイッチ108Bにより光ファイバ60e側へ折り返し、光増幅器109、光ファイバ22Aを介して、光ファイバ60eから出力する。また、分岐・挿入処理を施す場合のうち、一部の波長の光信号の分岐・挿入処理する場合、光スイッチ101Bをスルーし、各部112~114による処理を経て、光スイッチ101Bを折り返し、リニアADM部105Bによって通常時と同様に分岐・挿入処理を施し、光ファイバ106によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ108Bをスルーし、光増幅器109、光ファイバ22Aを介して、光ファイバ60eから出力する。

[0230] なお、全ての波長の光信号を分岐する場合は、光ファイバ114によってSV信号を重畳したのち、光スイッチ101Bによって光ファイバ60e側へ折り返し、通常時と同様に各部102~104による処理を経て、リニアADM部105Bによって全ての信号を分岐して受信する。図17に示す太線は、この全ての信号を受信した場合を示している。

[0231] 即ち、双方向光通信用光伝送装置63、63B間において通信断となった場合、通常時の光ファイバ60eと非常時用の光ファイバ60hとを使用して、光通信を行なうのである。

(44) 近傍にないある箇所において障害が発生した場合

次に、上述の双方向光通信用光伝送装置63、63A間、或は双方向光通信用光伝送装置63、63B間ではなく、それ以外の箇所において障害が発生した場合の双方向光通信用光伝送装置63の動作について、図18を用いて説明する。

[0232] なお、ある箇所が通信断となっている場合、伝送された光信号は、通信断となった位置から折り返して伝送されるようになっているため(図16、図17参照)、双方向光通信用光伝送装置63がその間に位置する場合、通常時・非常時用の両方の光ファイバ60e~60hを全て利用して光信号を伝送する。即ち、第1光信号、第2光信号ともに、双方向(双方向光通信用光伝送装置63A側、双方向光通信用光伝送装置63B側)から送信され、双方向へ送信するようになっている。

(28)

特開平11-127121

54

る。

[0233] まず、第1光信号については、双方向光通信用光伝送装置63Aから送信される第1光信号は、光ファイバ60eから入力される。その後、光ファイバ22Aにおいて第1光ADM部1C側へ分岐し、分岐補償器24Aによって分岐を補償したのち、各部101A~109によって分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理を施す。なお、この場合、光スイッチ101A、108Aはスルーする。その後、この第1光信号を、光ファイバ3Aを介して光ファイバ60fから出力する。

[0234] 一方、双方向光通信用光伝送装置63Bから送信される第1光信号は、光ファイバ60gから入力される。その後、この第1光信号は、光ファイバ32Aにおいて第1光ADM部1C側へ分岐し、分岐補償器34Aによって分岐を補償したのち、各部108A~119Aの処理を施し、光ファイバ33Aを介して光ファイバ60hから出力される。なお、この場合、光スイッチ108A、101Aはスルーする。

[0235] 即ち、第1光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置63Aから通常時の光ファイバ60e、60f上を伝送しているときに行なうので、双方向光通信用光伝送装置63Bから送信されたときには通過するだけでよい。つまり、光ファイバ60g、60hでは、分岐補償処理を行ない、SV信号の抜き取りを行なったのち、光信号を増幅して送出している。

[0236] 次に、第2光信号について、双方向光通信用光伝送装置63Bから送信される第2光信号は、光ファイバ60fから入力される。その後、光ファイバ23Aにおいて第2光ADM部1D側へ分岐し、分岐補償器25Aによって分岐を補償したのち、各部101B~109の処理によって分岐・挿入処理を含む所定の光伝送処理を施す。なお、この場合、光スイッチ101B、108Bはスルーする。その後、この第2光信号を、光ファイバ22Aを介して光ファイバ60eから出力する。

[0237] 一方、双方向光通信用光伝送装置63Aから送信される第2光信号は、光ファイバ60hを通じて入力される。その後、光ファイバ33Aにおいて第2光ADM部1D側へ分岐し、分岐補償器35Aによって分岐を補償したのち、各部108B~119Bの処理を施したのち、光ファイバ32Aを介して光ファイバ60gから出力される。なお、この場合、光スイッチ108B、101Bはスルーする。

[0238] 即ち、第2光信号の分岐・挿入処理は、上述の双方向光通信用光伝送装置63Bから通常時の光ファイバ60e、60f上を伝送しているときに行なうので、双方向光通信用光伝送装置63Aから送信されたときには通過するだけでよい。つまり、この場合も、光ファイバ60g、60hは、分岐補償処理を行ない、SV信号の抜き取りを行なったのち、光信号を増幅

(29)

特開平11-127121

55

して送出しているのである。

【0239】通常時の光ファイバ60e、60f上を伝送するときには、通常時と同様の処理を施し、非常時の光ファイバ60g、60h上を伝送するときには、切り替え処理を行わずにスルーする。このように、上述の双方向光通信用光伝送装置63によれば、双方向から伝送される光信号を別々に処理しているため、処理の対象となる光信号数を削減でき、各光ADM部1C、1Dにおける所定の光伝送処理速度を向上させることができる利点がある。

【0240】また、通常時の第1光信号、第2光信号、非常時の第1光信号、第2光信号に対して、それぞれ、分散補償処理を施しているため、ノード間距離（光ADM部間距離）を一定にする必要がなく、光通信ネットワークを構築する際の柔軟性に寄与しうる。さらに、通常時の第1光信号、第2光信号、非常時の第1光信号、第2光信号のスペクトル状態を1つの光スペクトルモニタ122がまとめて監視しているため、回路構成の最小化およびコスト削減を図ることができる。

【0241】また、上述の双方向光通信用光伝送装置63によれば、第1光ADM部1C、第2光ADM部1D・挿入処理を施しているため、波長多重方式を適用した波長多重通信システムの構成を示すブロック図である。

【0242】さらに、AOTF7を用いて光信号の分散・挿入処理を施すこともできるため、システム全体の柔軟性を高めることができる。また、第1光ADM部1C、第2光ADM部1Dが、それぞれ、非常時に折り返された光信号の信号レベルを一定に保っているため、光信号の波長毎のパラジキを確実に無くすことができ、精度の高い光信号を送送することができる。

【0243】(e) その他

なお、上述した各実施形態に関わらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0244】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、ネットワーク構成を変えて双方向に伝送する光信号を単一方向化することができるため、既存の双方向光通信用の光伝送装置を使用して、双方向に伝送する光信号の分散・挿入処理や非常時の折り返し処理等を正常に行なうことができ、双方向光通信用光伝送装置を低コストで実現することができるという利点がある（請求項1～5）。

【0245】また、本発明によれば、波長多重/分離型光カプラを用いて構成することができるため、回路全体のコストを削減することができる。ひいては、光伝送装置を構成する際のコストを削減することができる（請求項6、23）。さらに、本発明によれば、波長多重/分離

57

ので、ノード間距離を一定にする必要がなく、光通信ネットワークを構築する際の柔軟性に寄与しうる（請求項31～33）。

【0251】また、本発明によれば、通常時の上り方向の光信号、下り方向の光信号、非常時の上り方向の光信号、下り方向の光信号のスペクトル状態を1つのスペクトル監視部がまとめて監視しているため、回路構成の最小化およびコスト削減を図ることができる（請求項34、35）。さらに、本発明によれば、第1光信号処理部、第2光信号処理部が、それぞれ、光信号に対して波長単位で光信号の分散・挿入処理を施しているため、上り方向の光信号および下り方向の光信号の両方を確保した信号を、それぞれ別々に、光の状態のまま処理することができるため、本装置の処理速度を向上させることができる（請求項36、37、39～41）。

【0252】また、本発明によれば、第1光信号処理部、第2光信号処理部が、それぞれ、非常時に折り返された光信号の信号レベルを一定に保っているため、光信号の波長毎のパラジキを確実に無くすことができ、精度の高い光信号を送送することができる（請求項42、43）。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態にかかる単方向光信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態にかかるリニアADM部の他の例を示すブロック図である。

【図4】図3にかかる音響光チューナブルフィルタの構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における通常時の動作を説明するための図である。

【図6】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図7】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図8】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図9】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置の第1変形例を示すブロック図である。

【図10】本発明の第1実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置の第2変形例を示すブロック図である。

【図11】図10にかかる双方向光通信用光伝送装置の単方向光信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図12】図10にかかる双方向光通信用光伝送装置により構成されるネットワークを示す図である。

(30)

特開平11-127121

58

【図13】図10にかかる双方向光通信用光伝送装置により構成されるネットワークにおける非常時の動作を説明するための図である。

【図14】本発明の第2実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の第2実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における通常時の動作を説明するための図である。

【図16】本発明の第2実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図17】本発明の第2実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図18】本発明の第2実施形態にかかる双方向光通信用光伝送装置における非常時の動作を説明するための図である。

【図19】単方向波長多重方式を適用した波長多重通信システムの構成を示すブロック図である。

【図20】図19に示す波長多重通信システムにおける非常時の動作を説明するための図である。

【図21】一般的な波長多重通信システムの4F1be r BLSRネットワークの構成を示すブロック図である。

【図22】一般的な波長多重通信システムのUPSRネットワークの構成を示すブロック図である。

【図23】双方向波長多重方式を適用した波長多重通信システムの構成を示すブロック図である。

【図24】図23に示す波長多重通信システムにおける非常時の動作を説明するための図である。

【符号の説明】

1、1A 光ADM装置（単方向光信号処理部）

1B 光ADM装置（双方向光通信用伝送装置）

1C 第1光ADM部（第1光信号処理部）

1D 第2光ADM部（第2光信号処理部）

1a、1Ba 通常時出力ポート

1b、1Bb 通常時出力ポート

1c、1Bc 非常時出力ポート

1d、1Bd 非常時出力ポート

2 第1方向変換処理部（単方向/双方向変換処理部）

3 第2方向変換処理部（非常時用単方向/双方向変換処理部）

4、6 増幅器（Pre-amp）

5、18 分散補償器（分散補償ファイバ；DCF）

7 AOTF（Acousto-Optical Tunable Filter；音響光チューナブルフィルタ）

7A 処理部

8、17 光増幅器（Post-amp）

8a、8b、9b 光カプラ

9 2×1スイッチ

(31) 特開平11-127121

60

b) ネットワーク

54, 55 2-fiber BLSR ネットワーク
60, 61, 62, 62A~62D, 63 双方向光通
信用光伝送装置
60a, 60b, 60a', 60b', 60e, 60f
光ファイバ (双方向通信用光伝送路)
60c, 60d, 60c', 60d', 60g, 60h
光ファイバ (非常用双方向通信用光伝送路)
64A, 64B 双方向光増幅器
70 光入力ポート
72 光増幅器
73 光分岐器 (IDT)
74 SAW フラットトップ
75 偏波分離部 (PBS: Polarization beam split
)

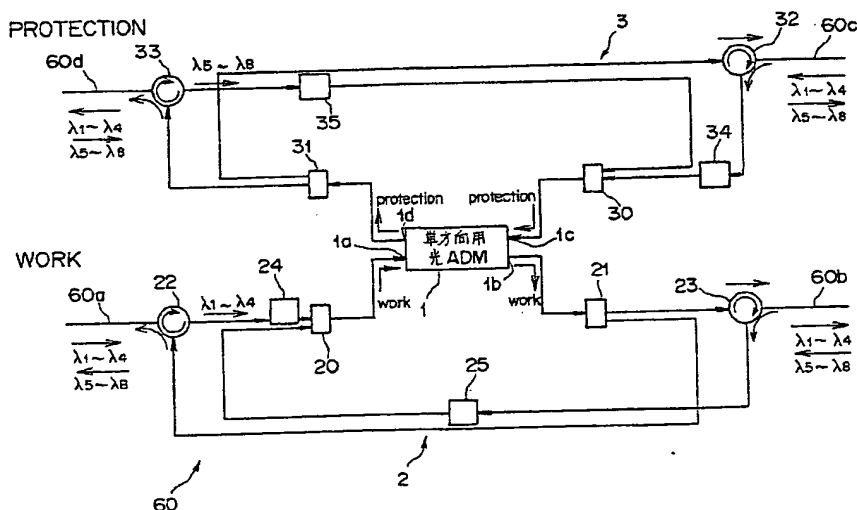
14 電気ADM (E-ADM)
15 光信号生成部 (LD bank)
20 光カプラ (光合波器: 1×2 WDM 光カプラ)
21 光カプラ (光分波器: 1×2 WDM 光カプラ)
22 光カプラ (第1分岐部)
22A 光カプラ (第1分岐部)
23 光カプラ (第2分岐部)
23A 光カプラ (第2分岐部)
26, 27, 30, 31, 36, 37 光カプラ (2×
1 光カプラ)
32, 33 光カプラ (第1分岐部)
24 分岐補償器 (第1分岐補償器)
24A 分岐補償器 (第3分岐補償器)
25 分岐補償器 (第2分岐補償器)
25A 分岐補償器 (第4分岐補償器)
28, 38 光カプラ (2×2 WDM 光カプラ)
28a 第1入力ポート
28b 第2入力ポート
28c 第3入力ポート
28d 第4入力ポート
30 光カプラ (非常用光合波器)
31 光カプラ (非常用光分波器)
32 光カプラ (非常用第1光信号分岐部)
32A 光カプラ (第3分岐部)
33 光カプラ (非常用第2光信号分岐部)
33A 光カプラ (第4分岐部)
34, 35 分岐補償器
34A 分岐補償器 (第5分岐補償器)
35A 分岐補償器 (第6分岐補償器)
38a 非常用第1入力ポート
38b 非常用第2入力ポート
38c 非常用第3入力ポート
38d 非常用第4入力ポート
45 分岐器
46-1~46-n 分岐用光スイッチ (1×2 光スイ
ッチ)
47-1~47-n 挿入用光スイッチ (2×1 光スイ
ッチ)
48-1~48-n 光アテネータ
49 合波器
50, 51 波長多重通信システム
52 4-fiber BLSR (bi-directional line sw
itched Ring) ネットワーク
53 UPSR (Uni-directional Path Switched Rin

(32)

特開平11-127121

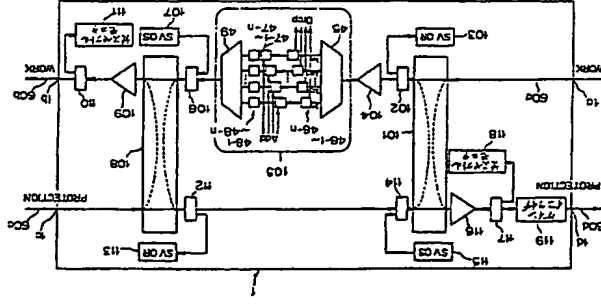
[図1]

本発明の第1実施形態における双方向光通信光伝送装置の構成を
示すブロック図



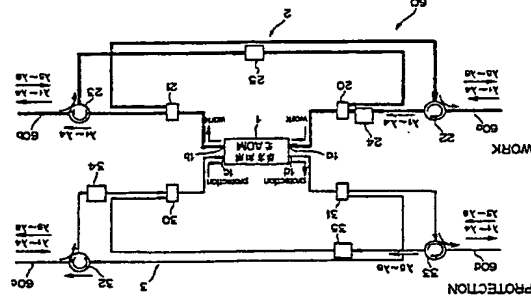
【図2】

本発明の第1実施形態に於ける双方向伝送用光伝送装置の構成を示すブロック図



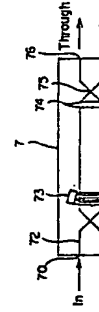
【図5】

本発明の第1実施形態に於ける双方向伝送用光伝送装置の構成を示すブロック図



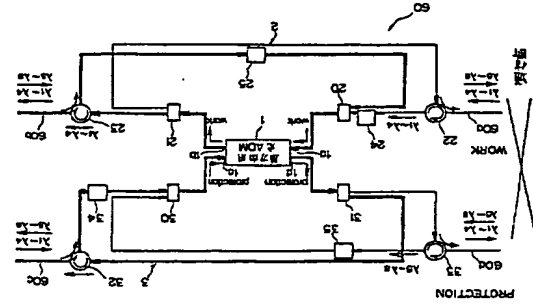
【図4】

図3に於ける光変換素子の構造を示す断面図



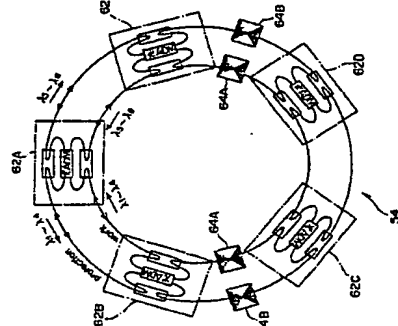
【図6】

本発明の第1実施形態に於ける双方向伝送用光伝送装置の構成を示すブロック図



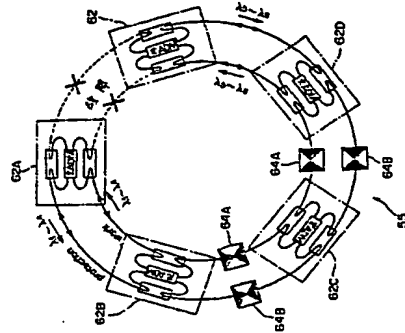
【図12】

図10に於ける双方向伝送用光伝送装置により構成されるネットワークを示す図



【図13】

図10に於ける双方向伝送用光伝送装置により構成されるネットワークに於ける各節の動作を説明するための図

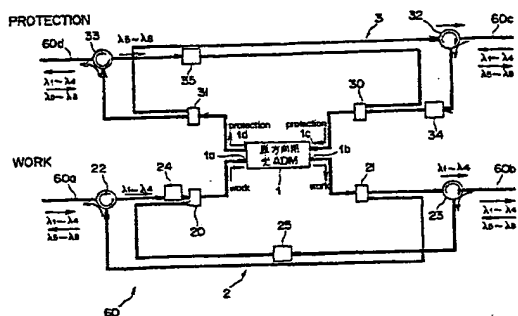


(35)

特開平11-127121

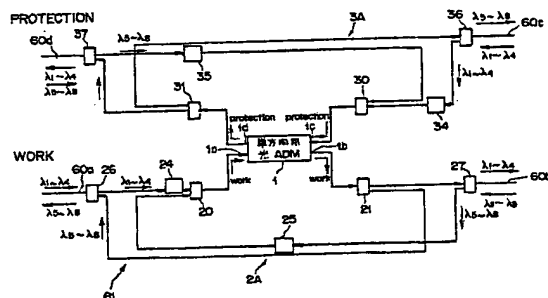
【図8】

本発明の第1実施形態における双方向通信回路の光伝送量の例1を示すブロック図



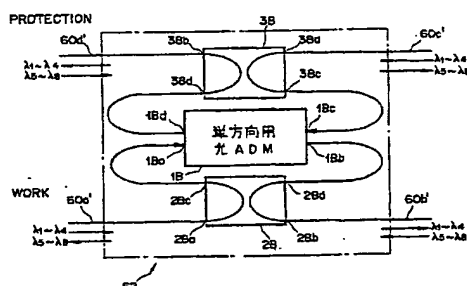
【図9】

本発明の第1実施形態における双方向通信回路の光伝送量の例1を示すブロック図



【図10】

本発明の第1実施形態における双方向通信回路の光伝送量の例2を示すブロック図

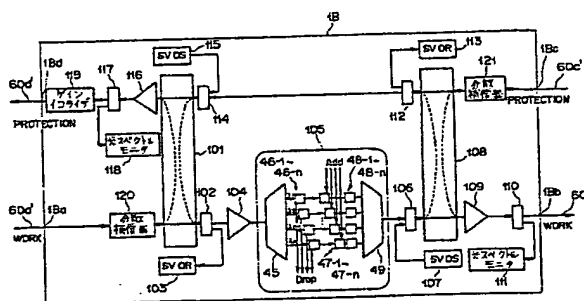


(36)

特開平11-127121

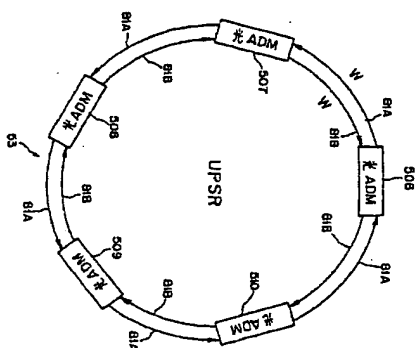
【図11】

図10における双方向通信回路の光伝送量の例2を示すブロック図



【図22】

一般的双方向通信回路のUPSRネットワークの構成を示すブロック図

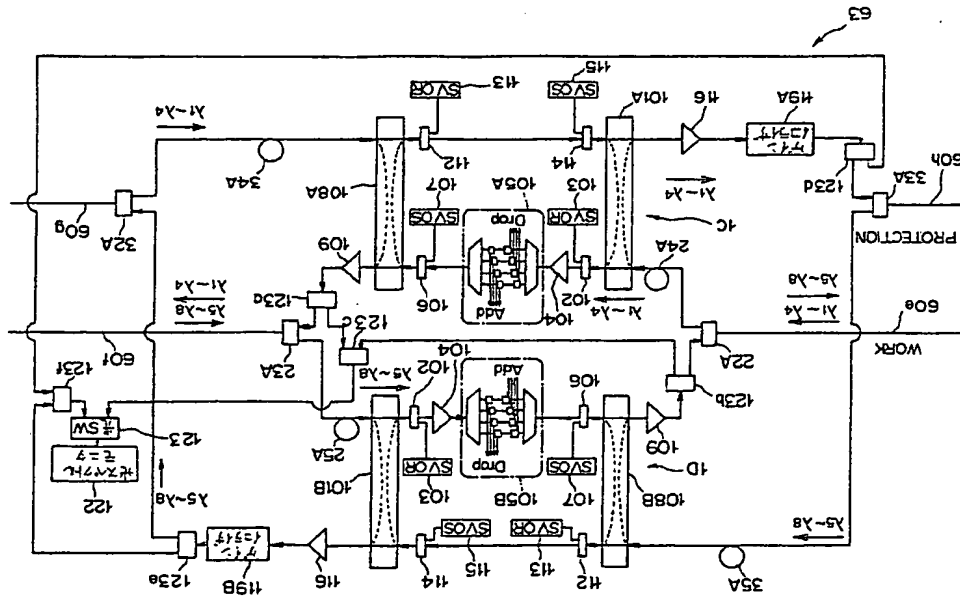


特開平11-127121

(37)

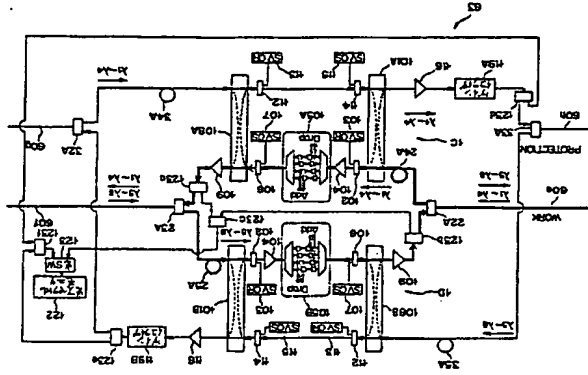
【図14】

本発明の第2実施形態に於ける双方向光伝送装置の構成を示すブロック図



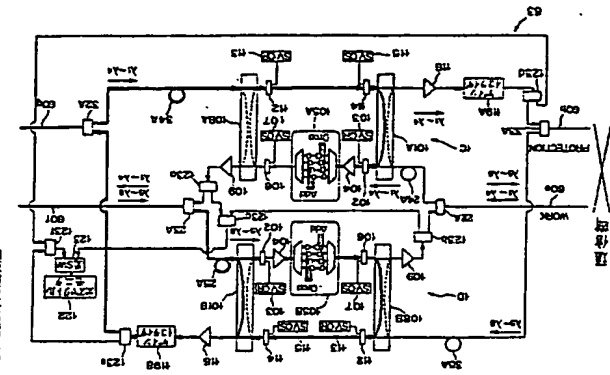
【図15】

本発明の第2実施形態に於ける双方向光伝送装置の構成を示すブロック図



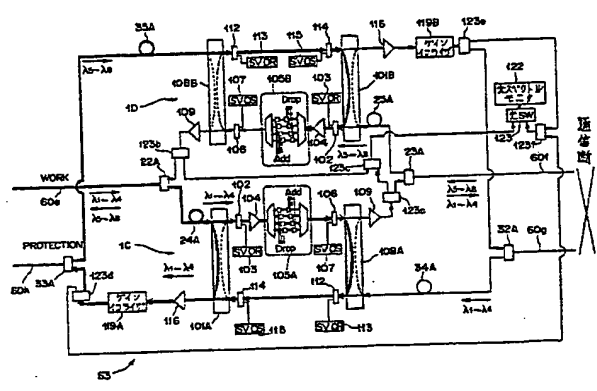
【図16】

本発明の第2実施形態に於ける双方向光伝送装置の構成を示すブロック図



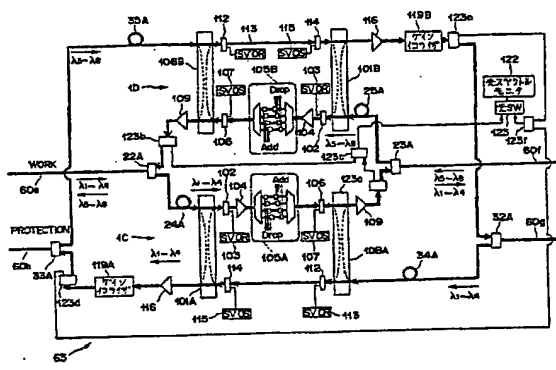
【図17】

本発明の第2実施形態に於いて、方向性伝送路に於ける各光素子の動作を説明する図



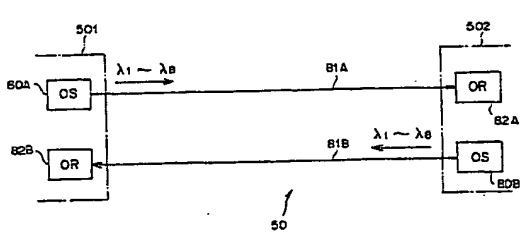
【図18】

本発明の第3実施形態に於いて、方向性伝送路に於ける各光素子の動作を説明する図



【図19】

本発明の第4実施形態に於いて、方向性伝送路に於ける各光素子の動作を説明する図



【図20】

本発明の第5実施形態に於いて、方向性伝送路に於ける各光素子の動作を説明する図

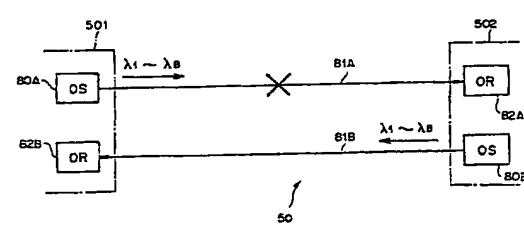
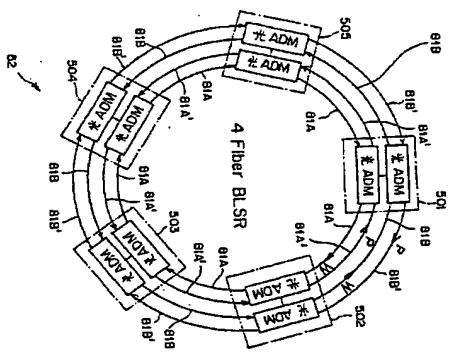
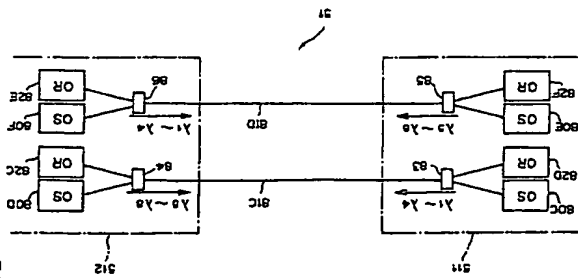


図1の第4実施形態に於いて、方向性伝送路に於ける各光素子の動作を説明する図



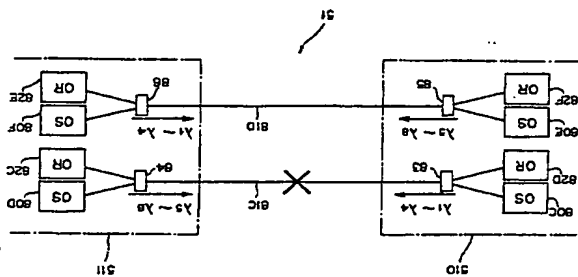
【图23】

両方知照多量方式で適用した被服多量通信システムの構成と示すブロック図



【图24】

図23に示す改良多重通信システムにおける非常時の動作を説明するための図



THIS PAGE BLANK (USPTO)